This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

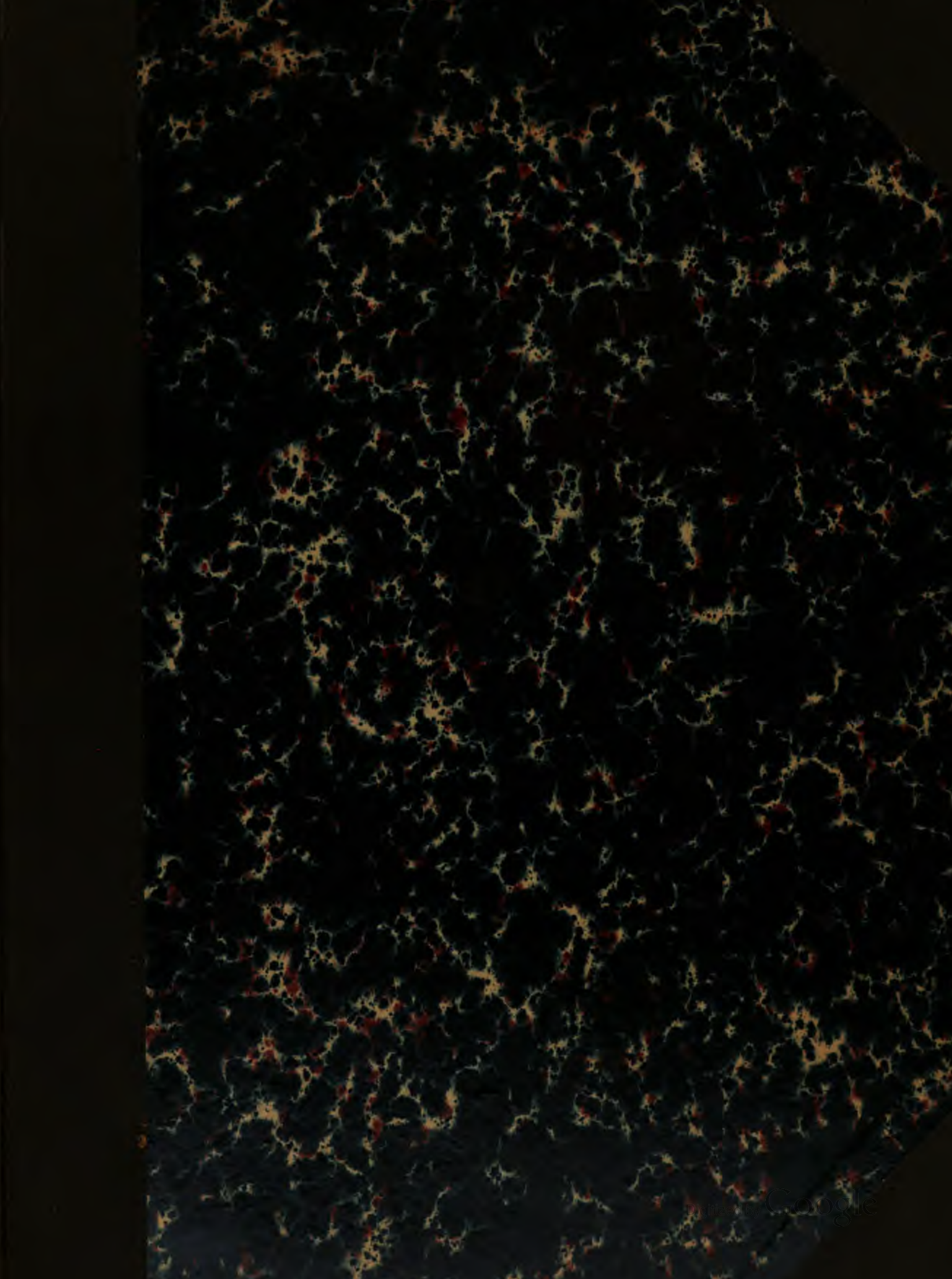
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



4 106 428 949

R3297u

W. G. FARLOW.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. H. Haenlein**

in

Cassel.

(Heft No. 7.)

Dr. Max Reess und **Dr. Carl Fisch:** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. (Mit einer Tafel und einem Holzschnitt.)

W. G. FARLOW.

CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1887.

Digitized by Google

229930

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. H. Haenlein**

in

Cassel.

(Heft No. 7.)

Dr. Max Reess und **Dr. Carl Fisch:** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. (Mit einer Tafel und einem Holzschnitt.)

CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1887.

Digitized by Google

Untersuchungen

über

Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces.

Von

Dr. Max Reess und Dr. Carl Fisch.

(Mit einer Tafel und einem Holzschnitt.)

CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1887.

Digitized by Google

R 3297u

Digitized by Google

Vorwort.

In die unbekannte Lebensgeschichte der trüffelartigen Pilze einen Einblick zu gewinnen, ist seit vielen Jahren mein Arbeitsziel gewesen. Den eigentlichen Trüffeln habe ich bei vielerlei Ungunst des Materiales und des Ortes lange Zeit hindurch viele Mühe umsonst gewidmet. Inzwischen hatte 1876 Boudier[1]) die längst geahnte und naheliegende Beziehung der Tuberaceen zu Gehölzwurzeln an der sog. Hirschtrüffel, *Elaphomyces*, bestimmter ins Auge gefasst. Hinsichtlich dieser Gattung sind mir dann die örtlichen Verhältnisse günstiger gewesen, so dass ich seit 1880 über den Parasitismus von *Elaphomyces* auf den Wurzeln der Kiefer eine Reihe von dankbareren Untersuchungsergebnissen habe veröffentlichen können. [2])

Diese Mittheilungen sind leider ohne Abbildungen erschienen, ein Mangel, welchem die vorliegende Veröffentlichung zunächst abhelfen soll. Im Uebrigen erscheinen hier die früher zum Theil bekannt gemachten Untersuchungsergebnisse nicht etwa bloss ausführlicher wiederholt, sondern vollständig umgearbeitet, in zahlreichen Punkten ergänzt, erweitert und präcisirt. Hinzugekommen sind u. A. entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, insbesondere über die Sporenfrucht von *Elaphomyces*, und eine Reihe von biologischen Erörterungen.

Die lange Zeit festgehaltene Hoffnung, über die Sporenkeimung berichten zu können, habe ich zunächst aufgegeben; wenigstens liegt kein Grund vor, um ihretwillen den Abschluss dieser Arbeit noch länger hinauszuschieben.

Anknüpfend an meine 1880er Mittheilung hat sich Frank mit der Symbiose der Tuberaceen und Baumwurzeln beschäftigt; er konnte, soweit es sich um das rein Thatsächliche in morphologischer, anatomischer, entwicklungsgeschichtlicher und parasitologischer Hinsicht handelt, meine Angaben für *Elaphomyces* bestätigen [3]), und kurz nachher auch bezüglich der ächten Trüffeln analoge Beobachtungen veröffentlichen [4]). Frank's mit reichem Material und amtlicher Unterstützung geförderte Untersuchungen

---

[1]) Boudier, Bull. d. l. Soc. bot. d. France XXIII. 115, 1876.
[2]) Reess, Sitzb. d. phys.-med. Soc. zu Erlangen, 1880, 10. Mai.
Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1885, 20. Juli u. 19. Septbr.
[3]) Frank, Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1885, 128 und XXVII.
[4]) Frank u. A. in Leunis' Synopsis III. Aufl., III. Bd., 366.

Digitized by Google

schliessen nach ihren bisherigen Ergebnissen und weiteren Aussichten die Fortführung meiner eigenen ähnlichen Arbeitspläne so ziemlich aus.

Frank hat aus seinen Untersuchungen nicht allein die allgemeine Verbreitung von Wurzelpilzen auf Coniferen, Cupuliferen u. dergl. dargethan, sondern gleichzeitig diesen Wurzelpilzen eine neue biologische Seite abzugewinnen gesucht. Er hält die Symbiose seiner Wurzelpilze mit den Baumwurzeln auch für der letzteren Gedeihen und Nahrungsaufnahme erforderlich. Ohne an fraglicher Deutung hier eine Kritik zu üben, darf ich vielleicht auch an dieser Stelle als thatsächlich aussprechen, dass ich die einschlägigen anatomischen Verhältnisse für Kiefer- und Hirschtrüffel seit sechs Jahren so genau als möglich gekannt, und die von Frank vertretene Auffassung der Symbiose auch meinerseits gesprächsweise als möglich bezeichnet habe[1]).

Aus einer meiner früheren Veröffentlichungen sind in der vorliegenden Abhandlung einzelne Stellen wörtlich aufgenommen. Herr Dr. Fisch hat mich in der mannigfachsten Weise unterstützt und insbesondere die Morphologie der Fruchtentwicklung bearbeitet[2]).

Erlangen, Pfingsten 1887.

M. Reess.

---

[1]) Vergl. Reess, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1885 a. a. O. Woronin, ebenda 1885, 205.

[2]) Mattirolo's Arbeit: Sul parassitismo dei tartufi (Malpighia I) ist mir erst während des Druckes vorliegender Abhandlung bekannt geworden.

Digitized by Google

I.

Einleitung.

Bei sämmtlichen von mir untersuchten Elaphomycesarten (insbes. *E. granulatus* und *variegatus*) liegen die reifen Früchte einzeln in besonderen Hüllnetzen aus Baumwurzeln. Diese Wurzelhüllen der Elaphomycesfrüchte scheinen zuerst von Tulasne einiger Aufmerksamkeit gewürdigt worden zu sein. Tulasne erwähnt die Wurzeln als Bestandtheil der Hüllen und giebt zwei unvergrösserte Habitusbilder derselben, allerdings ohne weitere Zergliederung. Die Art und Weise indessen, wie er im Text dieser ganz eigenthümlichen Bildungen gedenkt, zeigt deutlich genug, dass er ihnen und insbesondere ihrer Zusammensetzung aus lebenden Wurzeln keine Bedeutung beilegt [1]).

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntniss der Wurzelhülle verdanken wir einer Mittheilung Boudier's „du parasitisme probable de quelques espèces du genre Elaphomyces" 1876 [2]). Boudier seinerseits giebt an, dass die Wurzeln, welche um die Früchte von *Elaphomyces* dichtgeflochtene Hüllnetze bilden, von einem Mycelium überzogen seien, das zwischen ihnen reichlicher auftrete, als im benachbarten Boden. Dieses Mycelium befalle die Wurzeln nur oberflächlich, ohne in sie einzudringen, rufe aber dennoch eigenthümliche Entartungen derselben hervor. Leider ist Boudier's vielverheissende Entdeckung über diese bruchstückweise und zurückhaltende Veröffentlichung nicht hinausgediehen.

Ich habe die von Boudier ausgegangene Anregung aufgenommen, sobald ich in der Umgebung von Erlangen Elaphomyces-Nester gefunden, im Herbst 1879.

---

[1]) Vergl. Tulasne, Fungi Hypogaei, 1851, p. 105, 110, 202. pl. III, Fig. VI u. VII. Die Abbildungen beziehen sich auf *El. echinatus* und *E. Leveillei*. Von letzterem schreibt Tulasne: „Fungus .... crusta vivus arctissime involvitur crassissima e mycelio confecta densissimo late in terra diffuso, luteo-virescente vel aeruginoso exsiccationeque non mutato, ac fibris nigris (plantarum ambientium radicellis languidis) stellatim interno pariete signata". Ueber *El. granulatus* heisst es: „Fungus — saepissimeque fibrillis radicalibus arborum quibus terra matrix obumbratur, arctissime et tanquam rete involutus". Nur bei drei von seinen 21 Elaphomycesarten erwähnt Tulasne die Wurzelhülle. — Vittadini (Monogr. Tuberacearum p. 62 u. ff.) erwähnt die Wurzelhülle als „Crusta" und bildet sie einigemale ab; dass sie aus Wurzeln bestehe, ist ihm entgangen.

[2]) Boudier, Bull. d. l. Soc. bot. d. Fr. XXIII. 115, 1876.

Digitized by Google

Unsere Fundorte von *Elaphomyces* liegen ausnahmslos im Kiefernwald[1]). Einzelne hochstämmige Bäume beschatten Elaphomyces-Nester, aus denen man leicht ein halbes Hundert Früchte verschiedenen Alters gewinnen kann.

Die reifen Hirschtrüffeln brechen glatt aus ihrer Wurzelhülle; diese bleibt in der Erde stecken. Sie besteht aus einer etwa 4 mm dicken, meist dreifachen Lage dicht und allseitig verflochtener dünner Wurzelzweige und Wurzelspitzen. Dazwischen erkennt man mit unbewaffnetem Auge Humusbröckchen, todte Wurzelreste, Sandkörner und gelbe Schüppchen aus abgestossenem Gewebe der Pilzfruchtrinde. Diese Schüppchen kann man mit der Nadel nicht einzeln aufheben, sie sind durch mikroskopisch unsichtbare Hyphen untereinander verbunden. (Vergl. Fig. 1).

Wäscht man einen vorsichtig ausgegrabenen Elaphomyceshaltigen Erdbrocken sorgfältig aus, so überzeugt man sich leicht, dass die ganze Wurzelhülle einer Pilzfrucht aus der überreichen Verzweigung eines einzigen jungen Kiefernwurzelästchens hervorgegangen ist (Fig. 2, 3). Es gelingt auch, längere Wurzeläste unversehrt blosszulegen, an deren Zweigen mehrere Früchte ungleichen Alters befestigt sind.

II.

Elaphomyces als Wurzelpilz der Kiefer.

An sämmtlichen Würzelchen der Hülle, sie mögen der Frucht geradezu aufgepresst sein, oder ausser jeder unmittelbaren Berührung mit ihr stehen, fallen zwei Eigenthümlichkeiten besonders auf. Die Wurzeln sind in dichtester Aufeinanderfolge (selten über 2 mm Abstand) der einzelnen Gabelungen allseitswendig, besonders aber parallel zur Fruchtoberfläche gegabelt. Ihre etwas aufgetriebenen Spitzen aber zeigen statt der braunen glatten Oberfläche gesunder Wurzeln (Fig. 6 c.), einen gegen die älteren Wurzelabschnitte sich scharf absetzenden, meist gelblichweissen Anflug[2]) (Fig. 3, 6 b.).

Die oberflächlichste Musterung eines Hirschtrüffelnestes genügt, um sich zu überzeugen, dass genau in der gleichen Weise veränderte Wurzelspitzen ohne jede unmittelbare Beziehung zu einer Elaphomycesfrucht auftreten. (Vergl. Fig. 4 u. 5).

Vor mir liegt ein Wurzelast von $^1/_2$ Meter Länge. Er hat einige reife Früchte getragen und zeigt im Uebrigen einen ganz regellosen Wechsel zwischen spärlich verästelten, unveränderten und häufig sich gabelnden, entarteten Zweigen und Zweigabschnitten. Hier ist aus weisslich bepuderten Wurzelgabelungen schon ein erbsengrosses Knäuelchen gebildet; dort tritt soeben die erste Dichotomie einer Wurzelspitze auf, verrathen durch den hellen Anflug.

---

[1]) Die hier gefundenen Arten, *E. variegatus* und *granulatus*, werden von Tulasne (Fungi hypogaei 109 ff.) in „pinetis, quercetis et castanetis" angegeben. Vergl. auch Caspary, Trüffeln und trüffelähnliche Pilze in Preussen, Schr. d. phys.-ök. Ges. Königsberg XXVII 192 ff., 1887 Ludwig, Ueber einige Pilzfunde, Sitzb. Bot. Verein Prov. Brandenb. 1880, XIII.

[2]) Zuweilen entbehren die Spitzen in dichtester Aufeinanderfolge gegabelter Wurzelknäuelchen, obgleich in Allem mit den oben beschriebenen übereinstimmend, der abweichenden Färbung und erscheinen einfach dunkelbraun.

Digitized by Google

Ueber die Natur dieses Anfluges schafft die mikroskopische Untersuchung des Längsschnittes einer solchen Wurzelspitze augenblicklich Aufschluss. (Fig. 10).

Die Wurzelspitzen stecken in einer dichtanliegenden, lückenlosen, festgeflochtenen Scheide aus pseudoparenchymatischem Pilzgewebe. Die farblose Pilzscheide, ungefähr 8mal schmäler als die Wurzel, hebt sich einerseits von dem braunen Rande der Wurzel scharf ab, und löst sich anderseits sehr häufig nach aussen in ein Netzwerk von einzelnen Hyphen auf. (Diese fehlen in Fig. 10, sind aber auf Fig. 8 zu erkennen.) Gute Präparate lassen aber auch darüber nicht im Zweifel, dass aus der Pilzscheide einzelne Fäden, zunächst intercellular, in die Wurzelrinde eindringen (Vergl. Fig. 8 W.)

Sie rücken übrigens im Innern der Wurzel nicht weiter aufwärts, als aussen die Scheide reicht.

Ich habe leider versäumt, der Fig. 10, welche einen verhältnissmässig ausgebildeten Entwickelungszustand der pilzumscheideten Wurzel darstellt, einen jugendlicheren an die Seite zu stellen, wie er mir in mehreren Präparaten vorliegt. Da treibt die pilzbescheidete Saugwurzel eben frisch aus; als schwellender Höcker drängt sich die Wurzelspitze hervor, von einer einzigen Lage brauner Wurzelhaubenzellen bedeckt. Das gesunde Gewebe des Vegetationspunktes zeigt keinerlei eingedrungene Pilzfäden; das fertige Rindenparenchym hingegen ist von intercellularen Hyphen durchwachsen, die ganze Oberfläche der Wurzelspitze endlich von der Pilzscheide umspannt.

Zum Unterschiede von anderen, gelegentlich beobachteten Wurzelpilzen sei wiederholt betont, dass ich die Pilzscheide sammt den ihr entspringenden Fäden bei *Elaphomyces* immer farblos gefunden habe.

Was die feinere Einwirkung der Hyphen auf das Rindenparenchym betrifft, so bleibt es für *Elaphomyces* nicht bei der u. A. von Frank beschriebenen intercellularen Verbreitung der auf den Parenchymmembranen netzartige Zeichnungen hervorrufenden Pilzfadengeflechte; vielmehr treten im Inneren der Zellen ganz eigenthümliche Ausstülpungen und Knötchen auf.

Man findet dieselben am auffallendsten in den älteren, schon stärker vom Pilz ergriffenen gebräunten Theilen, am jugendlichsten aber in den noch farblosen, eben erst im Beginn der Verpilzung stehenden Zellen des Rindenparenchyms.

Ich gehe zunächst von letzteren aus. Die Rindenparenchymzellen erscheinen auf dünnen Querschnitten durch eine bis zwei Schichten Pilzhyphen getrennt. (Vergl. den Holzschnitt A.) In den Zellenraum herein ragen kurze, verschieden geformte Knötchen. Sie haben bald ein eigenes Lumen, bald keines, und hängen entweder deutlich mit intercellularen Hyphen zusammen, oder auch nicht. In älteren Parenchymtheilen massiger ausgebildet, erscheinen sie reich gelappt, maulbeerähnlich zusammengesetzt, geschichtet u. s. f.

Taf. 1, Fig. 9 ist nach einem früheren Präparat leider gezeichnet worden, ehe ich die entsprechenden Einzelheiten an Jugendzuständen aufgeklärt hatte; sie giebt ein Bild für ältere Zustände, aber auch dafür kein genaues. Die hier folgende Zeichnung bringt die Sache ins Reine.

Es frägt sich vor Allem: sind diese Knötchen intercellulare Hyphenendigungen, „Haustorien“ im eigentlichen Sinne, oder sind sie vom Pilz angeregte Wucherungen der Parenchymzellenmembran?

Von manchen zarten und farblosen Jugendzuständen gilt nun — auch vermöge ihrer Pilzcellulosereaction — ganz zweifellos das Erstere. (Vergl. Holzschn. A. x.) Ebenso von manchen älteren, gebräunten, die ganz deutlich ein durch die Parenchymmembran hereingewachsenes, sogar verzweigtes, lumenhaltiges Hyphenende darstellen.

Digitized by Google

Aber ebenso sicher giebt es unter den stattlichsten dieser Gebilde solche, deren Hauptmasse bestimmt der Parenchymmembran angehört, und mit dieser gleich reagirt. Die anatomische Verbindung mit dem intercellularen Hyphennetz bleibt häufig zweifelhaft, ebenso die Existenz eines Lumens.

Aus Längsschnitten durch Elaphomycesbefallene Wurzelspitzen der Kiefer, das Verhalten der Hyphen im Rindenparenchym veranschaulichend, 600 f. vergr.

A. Durchschnitt der Scheidewand zwischen 2 Parenchymzellen a und b; h h das intercellulare Hyphenwerk, bei x in die Zelle a eingedrungen. Junger Zustand.

B. Aus älterem, gebräuntem Rindenparenchym mit verdickten Wänden; i eindringender Pilzfaden, von der gehobenen, geschichteten Parenchymmembran bedeckt; k ein Knötchen mit Lumen; p intercellulare Hyphenabschnitte.

Will man allen Einzelfällen gerecht werden, so wird man einerseits wirklich durchbrechende haustorienartige Hyphenendigungen annehmen müssen. Andererseits aber — und zwar anscheinend noch häufiger — blosse Hervorwölbungen der Parenchymmembran durch kleine Pilzknötchen; diese Fälle können durch gesteigerte Verdickung und Schichtung der Membran besonders auffällig erscheinen. Zuweilen füllen sie ganze Zellen klumpig aus[1]). (Vergl. Holzschn. B bei i u. k.)

Ausnahmsweise habe ich diese Knötchen auch in der Endodermis beobachtet. Alle sonstigen Einwirkungen des Pilzes auf die Wurzelgewebe sollen später erörtert werden.

Uebrigens entsprechen bis auf die von Frank nicht angegebenen Knötchen die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse der Elaphomycespilzscheiden auf Kiefernwurzeln Frank's Angaben und Zeichnungen der Cupuliferen-Mycorhiza (Ber. d. D. B. G. 1885, S. 129 ff., Taf. X, Fig. 5 u. 6) so vollständig, dass ich einfach auf Frank verweisen darf. Und obgleich ja Bau und Entwickelung der Gewebe am Wurzelvegetationspunkt der Kiefer gewisse Eigenthümlichkeiten zeigen, so stimmt doch wieder z. B. die fast völlige Verkümmerung der Wurzelhaube, dann das ausschliessliche Eindringen der intercellularen Hyphen ins ausgebildete Rindenparenchym, im Einzelnen mit Frank's Darstellung.

Zwischen den entarteten Wurzelspitzchen der Elaphomycesfruchthüllen und den unabhängig von Elaphomycesfrüchten vorkommenden giebt es bezüglich der schmarotzenden Pilzscheide keinen Unterschied. (cf. Fig. 7 u. 8 W. sch.).

Beide bestehen aus *Elaphomyces*-Mycelium.

---

[1]) Vergl. hiezu die Cellulosescheiden der *Ustilagineen*-mycelien (de Bary, Vergl. Morph. u. Biol. d. Pilze 1884, p. 422 u. a. m.).

Digitized by Google

III.

Mycelium.

Dieses Mycelium habe ich anderswo, als in von Kiefern durchwurzeltem Boden nie begegnet. Es scheint also an den Wurzelbezirk gebunden, und hält mit unzähligen Fäden unzählige Wurzelzweige schmarotzend fest, die Wurzelspitzchen bald sämmtlich umscheidend, bald einzeln freilassend.

Das *Elaphomyces*-Mycelium besteht zuweilen aus nicht mit blossem Auge erkennbaren gelblichen oder graugelben spinnwebigen Fasernetzen oder seidenweichen dünnen Strängen[1]).

So trifft man dasselbe, öfters ganz junge Fruchtansätze bergend, gern im mulmigen, an Kiefern-geweberesten reichen, wurzeldurchwucherten Humus. (Fig. 11). Weit häufiger aber ist das Mycelium im Boden so fein vertheilt, dass man seiner erst mit dem Mikroskop sicher wird[2]). Ein und dasselbe mikroskopisch gekennzeichnete Mycel erfreut sich in den Elaphomycesnestern allgemeiner und fast concurrenzloser Verbreitung. Es bleibt dasselbe, ob man das erste beste leere Humusbröckchen unter dem Mikroskop zerlegt, oder die Nachbarschaft freier pilzbefallener Wurzelspitzen mikroskopisch absucht, oder endlich die Hyphenmasse zwischen den Maschen der Elaphomycesfrucht-Wurzelhülle verfolgt. Um jüngere bis halbreife Fruchtanlagen bildet es zuweilen bis 5 mm dicke, schmutziggelbe, fast ununterbrochene, coconähnliche Gespinnste. Seinen anatomischen Zusammenhang mit der Rinde sowohl jugendlichster als reifer Früchte habe ich selbstverständlich genau festgestellt.

Fig. 12 giebt ein mikroskopisches Habitusbild, Fig. 13 die Einzelheiten des Myceliums von *Elaphomyces*. Dasselbe bildet ein reichverzweigtes Hyphennetz, in welchem freie Hyphenendigungen verhältnissmässig selten vorkommen. An eigentlichen Schnallen arm, zeigt es sehr zahlreiche Hyphenverwachsungen; bei der Präparation reissen diese Verbindungen häufig ab.

Die Fäden sind 4—5 Mik. breit, in grösseren Abständen septirt. Membran unterm Mikroskop zart und farblos, mit Chlorzinkjod braun (ältere Mycelien sind zuweilen auch unterm Mikroskop braungelb). Die Zellen führen Protoplasma und Kern[3]). Aeltere Fäden sehr inhaltsarm.

Wo die Hyphen Stränge bilden, bleiben auch diese ungemein zart und weich, die Hyphenstructur zeigt nichts Abweichendes.

Von den meisten mit ihm zusammen vorkommenden anderen Bodenmycelien lässt sich das *Elaphomyces*-Mycelium nach den angegebenen Merkmalen unterscheiden. Die anderen sind bald anders gefärbt, bald straffer verzweigt, bald schnallenreicher, in vielen Fällen auch (wie Fig. 14) mit Kalkkörnchen incrustirt.

---

[1]) Nie so rein goldgelb wie z. B. das neben ihm vorkommende Mycelium von *Cordiceps ophioglossoides*.

[2]) Sehr unscheinbar und hellfarbig wird es in humusärmerem trockenen Sandboden, den es auch in unserer Umgebung öfters bewohnt. In solchem Boden ist auch die Fruchtbildung eine dürftige.

[3]) Kern nachgewiesen durch Borax-Carminfärbung, sowie durch Behandlung des Mycels nach der Haematein-Ammoniakmethode.

Digitized by Google

IV.

Aeussere Fruchtentwickelung, Beziehungen zur Wurzelhülle.

Sowie man anscheinend zu allen Jahreszeiten dem Mycelium von *Elaphomyces* im Boden begegnet, so findet man auch zu allen Jahreszeiten lebendige Früchte der verschiedensten Entwickelungszustände. Etwaige Periodicität der einen und der anderen Entwickelungserscheinung wäre noch festzustellen. Es ist aber immerhin möglich, dass die sommerlichen und winterlichen Temperaturdifferenzen der im schattigen, hochstämmigen Kiefernwalde tiefer gelegenen Hirschtrüffelnester durchschnittlich zu unbedeutend wären, um hierauf entscheidend einzuwirken.

Die Fruchtreife scheint sich langsam zu vollziehen.

Man kann aus einem ergiebigen Elaphomycesnest ungemein zahlreiche Früchte verschiedenen Alters herausholen. Sicher werden die Früchte in grosser Anzahl dicht nebeneinander angelegt. Sie drücken sich dann oft bei der weiteren Ausbildung, so dass ein grosser Theil der Anlagen schon aus Raummangel zu Grunde gehen muss. Aber auch sonst schlagen, wie im Abschn. V. ausgeführt wird, ungemein zahlreiche Fruchtanlagen fehl.

Die jüngsten und jüngeren Fruchtanlagen — wir haben sie von $^1/_4$ mm Durchmesser aufwärts verfolgt — sind bisweilen einem Kiefernwürzelchen unmittelbar angeschmiegt, oder wenigstens im Inneren eines Wurzelknäuelchens eingebettet (Fig. 6 a.). Meist aber liegen sie ziemlich zahlreich frei im massiger auftretenden, zwischen Wurzeln wuchernden Mycelium.

Obgleich verpilzte Wurzeln in der Nähe nie fehlen, so kann eine junge Frucht bis 1 cm stark werden, ohne jede unmittelbare Berührung mit einer Wurzel[1]). Sie liegt lose in einer wenig Halt bietenden Höhlung, die lediglich mit abgestossenen gelben Fruchtrindenschüppchen ausgekleidet ist. Zufällig streift dann die erste Wurzel die junge Frucht. Sofort wird die Berührungsstelle ein ausgiebiger Verzweigungsheerd; ich habe in einem solchen Falle 17 Vegetationspunkte dicht bei einander gezählt. Bald ist die Wurzelhülle locker angelegt. Reicher und dichter verzweigt umschliesst sie die reifende Frucht, welche dieser ausgiebigen Nahrungsversorgung besonders zu bedürfen scheint[2]). Das Wachsthum der Frucht steigert die Ausgiebigkeit der Berührung der Fruchtoberfläche mit der ausgedehnten Wurzelhülle, deren Wurzeln schliesslich durch Pressung tangential zur Fruchtoberfläche fast plattgedrückt werden. (Vergl. Fig. 7). Nach beendigter Fruchtreife stirbt die Wurzelhülle ab und verwittert allmählig.

Inzwischen ist das die Frucht überziehende Mycelium, ohne zu verschwinden, erheblich zurückgegangen.

---

[1]) Ich verzichte auf genauere Massangaben der einzelnen Entwickelungszustände noch hüllenloser und hüllenbildender Früchte, weil — wie in Absch. V. ausführlicher dargethan wird — die Gewebedifferenzirung der Fruchtanlage mit deren Grösse keineswegs gleichen Schritt hält. Die erste Anlegung der Wurzelhülle habe ich öfters bei 9—12 mm Fruchtdurchmesser, den Ansatz zu ihrer stärksten Ausbildung bei 17—18 mm Fruchtdurchmesser getroffen.

[2]) Man findet als Ausnahmsfälle junge Fruchtanlagen in verwitterten alten; da ist selbstverständlich das junge Mycelium in den verwitterten alten Fruchtrest hineingewachsen.

Digitized by Google

Ueber die Art der Verbindung zwischen den Wurzeln der Fruchthülle und den Früchten selbst kann man sich weder an jüngeren, noch an älteren Zuständen mit blossem Auge ganz sicher belehren. Die verbindenden Hyphen reissen: glatt schält sich die Frucht aus der Hülle.

Deshalb helfen auch mikroskopische Präparate wenig, so lang man unterlässt, die ganze Frucht sammt Hülle und Erdkruste vor dem Schneiden einzubetten. Glyceringallerte ist dazu vorzüglich.

Ein mikroskopischer Schnitt durch ein solches Einbettungspräparat gewährt jede Auskunft. (Vergl. Fig. 7, 8). Aussen auf der Rinde der reifen Frucht liegen (Fig. 7) über einander drei Schichten von Wurzeldurchschnitten jeder Richtung. Alle ringsum pilzbescheidet, gleichviel, ob sie die Rinde berühren oder nicht. Sie füllen entweder die Vertiefungen zwischen den Rindenwarzen völlig aus und es besteht die innigste Berührung zwischen der Pilzscheide und der Fruchtrinde. Oder die Verbindung ist lockerer, der Zwischenraum zwischen Wurzel und Frucht ausgefüllt durch Humusbröckchen und Elaphomyceshyphen, die von der äussersten Rindenschicht der Frucht zu den Pilzscheiden der Wurzel zusammenhängend verlaufen. (Fig. 7c. u. Fig. 8c.)

Die Wurzelhülle fehlt bei reifen gesunden Früchten nie. Ihre Bedeutung für die Ernährung der Elaphomycesfrucht ergiebt sich auch daraus, dass diese, von der Wurzelhülle umsponnen, noch sehr beträchtlich wächst, so dass die erst stielrunden Würzelchen der Hülle in tangentialer Richtung breit gedrückt werden.

Wiederholt habe ich halbreife Fruchtanlagen, vor der Hüllbildung, und reifere, nach Entfernung ihrer Hülle, vorsichtig aber vollständig abgerieben, und in der ihnen sonst zuträglichen Erde in den Keller gebracht. Ihre Weiterentwickelung steht überall still, ganz reife Früchte gehen allmählig zu Grunde, die jüngeren lassen aus ihrer Rinde zuweilen noch kurze neue Hyphen hervorwachsen, gewissermassen als letzten Versuch der Nahrungsbeschaffung. Möglich, aber kaum wahrscheinlich ist, dass so auswachsende Früchte von noch pilzfreien Kiefernwurzeln wieder angenommen würden; daraufzielende Versuche habe ich unterlassen.

Anderweitige Versuche, Elaphomycesfreie Wurzeln mehrjähriger Versuchskiefern zum Umwachsen loser reifer Früchte oder ähnlich gestalteter Korkstücke zu bewegen, sind trotz mehrjährigen Zuwartens umsonst gewesen.

Der Reiz, welcher die Hüllenbildung veranlasst, muss also von den die junge Fruchtanlage umgebenden Hyphen ausgehen und ein ganz specifischer sein. Er wird kaum durch blosse Berührung, sondern lediglich durch das Eindringen der Pilzhyphen in die Wurzeln ausgeübt. Ob ihm auch noch vorher unverpilzte Wurzeln unterliegen, oder wofür alles spricht, bloss bereits pilzumscheidete?

V.

Innere Entwickelungsgeschichte des Fruchtkörpers.

Das reichliche, den oben bezeichneten Standorten entstammende Material, aus dem mit Leichtigkeit lückenlose Altersfolgen zusammengestellt werden konnten, gestattete bis auf die ersten Anfänge die Entwickelungsgeschichte der Elaphomycesfrüchte erschöpfend durchzuarbeiten. Die bisher über diesen

Digitized by Google

Punkt vorliegenden Angaben sind nur spärlich und berücksichtigen nur einige beliebig herausgegriffene Stadien; so namentlich diejenigen von Tulasne[1]); ausführlicher ist de Bary[2]) auf die Frage eingegangen, jedoch scheint es auch ihm an vollständig genügendem Material gefehlt zu haben; trotzdem hat er in grossen Zügen den Entwickelungsgang klar und richtig geschildert. In neuester Zeit ist *Elaphomyces* in der bezeichneten Richtung Gegenstand einer Untersuchung von Solms-Laubach gewesen[3]); seine kurzen Angaben sind insofern von Wichtigkeit, als die Entstehung der ascogenen Fäden aus den sogenannten Capillitiumfasern erkannt ward. Mit Uebergehung einiger unwichtigerer und zum Theil auch falscher Notizen anderer Forscher (Boudier etc.), ergiebt sich aus dem Gesagten, dass unsere Kenntnisse von der Entwickelung der Elaphomycesfrüchte unvollständig sind; dass aber die Vervollständigung derselben wünschenswerth sei, wird mit Hinweis auf unser geringes Wissen von der Entwickelung der Tuberaceen überhaupt einleuchten. Im Folgenden soll hierzu beigetragen werden, wenn auch leider die empfindlichste Lücke, die erste Anlage der Fruchtkörper, unausgefüllt gelassen werden muss. *Elaphomyces granulatus* und *variegatus* werden hier gemeinsam besprochen werden, da sie sich nur durch geringe anatomische Differenzen im fertigen Zustand unterscheiden und in der Entwickelung absolut mit einander übereinstimmen.

Das im Wald gesammelte Material wurde zu Hause sortirt und in Spiritus aufbewahrt. Zum Zwecke der Untersuchung wurden die jüngeren, kleineren Stadien durch das Mikrotom in Serien von 10—20 μ dicken Schnitten zerlegt. Bei den grösseren, älteren genügte die gewöhnliche Schneidemethode. Zur Färbung der Präparate für die gewöhnlichen Zwecke muss auch hier wieder gewöhnliche Jodlösung als vorzüglichstes Mittel empfohlen werden; zum Zweck feinerer Beobachtungen einiger Einzelheiten kamen Eosin, Haematoxylin und Carmin in den üblichen Lösungen[4]) zur Verwendung. — Die Elaphomycesnester enthalten stets neben gesunden, entwickelungsfähigen, eine grosse Anzahl schon früh abgestorbener oder rudimentär gebliebener Fruchtkörper; in jüngeren Stadien sind die letzteren vor den gesunden leicht an der kolossal entwickelten Warzenbildung, sowie an der Brüchigkeit der Rinde und der lockeren, spinnwebartigen Beschaffenheit des Innengewebs zu erkennen. Das Verhältniss zwischen gesunden und solchen stecken gebliebenen Früchten ist ein sehr hohes; auf die letzteren entfallen nicht selten bis zu 80% der gesammten Menge. Es wird noch weiter unten auf diese eigenthümliche Thatsache zurückzukommen sein; hier sei sie nur erwähnt, um daran zu erinnern, dass man mit der Einreihung irgend eines Stadiums in den Entwickelungsgang sehr vorsichtig sein muss.

Die jüngsten Fruchtanfänge finden sich in Gestalt kleiner mehr oder weniger kugeliger Körper frei im Waldboden, nach aussen von einem meistens nicht sehr dichten Mycelnetz umgeben. Die allerkleinsten zur Beobachtung gekommenen messen ungefähr 0,25 mm im Durchmesser, waren also unendlich viel kleiner und wohl weit jünger als die jüngsten von de Bary untersuchten ($1^1/_2$ mm im Durchmesser). Ihre Structur war die eines einfachen Mycelknäuels mit vielfachen, lufterfüllten Intercellularräumen. Da das Mycelium selbst oben beschrieben ist, so mag in Bezug auf den Bau der einzelnen Fäden des Knäuels

---

[1]) Fungi hypogaei p. 21 ff.
[2]) Morphol. u. Biolog. d. Pilze. II. Aufl., p. 209 f. Fruchtentwickel. d. Ascomyceten, p. 31 ff.
[3]) Penicilliopsis clavariaeformis. Ann. d. jardin bot. d. Buitenzorg VI, p. 70.
[4]) Vergl. Strasburger, botan. Praktikum II. Aufl. p. 309 ff. etc.

Digitized by Google

darauf zurückverwiesen werden. Mannigfach durcheinander gewunden und relativ häufig verzweigt, bieten sie ein Bild, wie es von den ersten Bildungsstadien vieler Sklerotien nur zu bekannt ist. Die Abgrenzung nach aussen ist wenig scharf und durch keine Besonderheit angedeutet. Vielmehr gehen die umgebenden Mycelfäden direct in den Knäuel über und können an günstigen Schnitten auf weite Strecken im Innern der letzteren verfolgt werden. Ob die Bildung des Knäuels von einem einzigen Mycelfaden oder vielleicht einem besonders ausgebildeten Ast desselben ausgeht, oder ob mehrere gleichwerthige daran Theil haben, muss leider unentschieden gelassen werden. So viel Mycelium auch untersucht wurde, konnte doch nie ein jüngeres Fruchtkörperstadium angetroffen werden; nach dem Aussehen der jüngsten Fruchtanlagen indessen und dem Vergleich ihrer Bestandtheile mit dem vegetativen Mycel muss man die Anlagen als rein vegetative bezeichnen. Irgend welche Sexualorgane oder von solchen sich ableitende Gebilde sind nicht einmal andeutungsweise vorhanden. Der Inhalt der Knäuelhyphen ist nicht besonders dicht und zunächst noch völlig gleichmässig vertheilt; auch hier enthält jede Zelle einen oder mehrere Zellkerne. — Etwas grössere Sporenfrüchte sind nur dadurch von den eben geschilderten unterschieden, dass die gegenseitige Durchwachsung und Verflechtung der Knäuelhyphen eine dichtere geworden ist, in Folge dessen die Intercellularräume mehr und mehr schwinden und die Hyphenzellen sich allseitig berühren; die Verbindung der peripherischen Zelllagen mit dem freien Mycelium ist dieselbe geblieben, und im Innern der Frucht macht sich eine Differenzirung insofern bemerklich, als der centrale Kern von der ihn umgebenden Aussenschicht sich durch hyalines Aussehen abhebt, während die letztere schwach gelblich gefärbt erscheint. Sie geht sehr bald in den Zustand eines Pseudoparenchyms über, indessen im Innern die Zusammensetzung aus einem Fadengewirr stets deutlich erkennbar bleibt. Die äussere Schicht wird zum Cortex Vittadinis, die centrale Masse zum eigentlichen Peridium und ascogenen Gewebe. Sehr viele Fruchtkörperanlagen überschreiten dies Stadium nicht. In der Weise, wie es nachher für den normalen Verlauf beschrieben werden soll, bilden sie auf dem Cortex eine Anzahl grosser Warzen aus, das Innere nimmt eine violettröthliche Färbung an, die sonst erst viel später auftritt, und dabei jene eigenthümlich fädige Beschaffenheit, die oben als spinnwebig bezeichnet wurde.

Bei der gesunden Frucht besteht die nächste Veränderung in der Absonderung des Peridiums von dem centralen Kern; sie ist verbunden mit einem bedeutenden intercalaren Wachsthum des ganzen Sporocarps. Es scheidet sich dabei durch dichtere Verflechtung der Hyphen eine, namentlich bei *Elaph variegatus* dicke Lage rings um das jetzt wieder locker gewordene Hyphengewirr im Centrum. Erstere nimmt fast sogleich eine pseudoparenchymatische Structur an und hebt sich so scharf von dem zur „Gleba“ werdenden Körper ab. (Der Name „Gleba“ ist hier einmal eingeführt und mag aus Bequemlichkeitsrücksichten beibehalten werden.) Es besteht also jetzt der Fruchtkörper aus drei verschiedenen Gewebemassen: Cortex, Peridium und Gleba. Ohne sonst irgend welche Veränderungen zu zeigen, erreicht er die Grösse von 2—3 Millimeter. Dann erst beginnt im Inneren eine Färbung der Gleba, die damit endet, dass sie durch und durch röthlich bis röthlich-violett wird. Diese Färbung erstreckt sich noch in die inneren Zelllagen des Peridium hinein, so dass nun zwischen dem gelben Cortex und der violetten Gleba das Peridium als ziemlich breite reinweisse Zone verläuft. Die violette Färbung beruht auf der Verfärbung der Membranen der betreffenden Zellen. Ob hier eine chemische Veränderung der Zellwände vor sich geht, oder nur ein Farbstoff eingelagert wird, konnte nicht ermittelt werden. Jedenfalls ist die Farbe gegen Einwirkung vieler chemischen Reagentien äusserst widerstandsfähig. Der Inhalt der Zellen aller Theile des Frucht-

Digitized by Google

körpers ist noch immer völlig gleichartig; zwischen den Glebahyphen machen sich hier und da Intercellularräume bemerklich.

Auch dieses Stadium wird nur von einem kleinen Procentsatz der Fruchtanlagen überschritten. Die meisten gehen unter den angegebenen Veränderungen zu Grunde; sehr häufig wird auch der Inhalt von einer kleinen Anguillula ausgefressen. In der Weiterentwickelung besteht der nächste Schritt in der Differenzirung des Cortex. Peridium und Gleba wachsen intercalar weiter, letztere in stärkerem Grade, so dass die ganze Frucht allmählich sich der normalen Grösse nähert. Irgend welcher Massstab zur Beurtheilung der Zeitdauer, in der diese Veränderungen vor sich gehen oder die sie beanspruchen, kann leider nicht gegeben werden. Doch dürfte man nicht fehl greifen, wenn man eine Reihe von Jahren dafür annähme. — Während des allmählichen Heranwachsens der Frucht ist die Beziehung zu dem umgebenden Mycelium fort und fort lockerer geworden. Die Rinde ist mit einzelnen vorspringenden Zellresten bedeckt, die den Stellen entsprechen, wo früher ein Mycelfaden mit der Frucht in Verbindung stand. Mit dem Fortgang des Wachsthums rücken diese Zellenreste immer mehr auseinander, werden auch undeutlicher, so dass die Frucht eine Zeit lang völlig isolirt ist; die Durchmesser solcher Früchte betragen 5—10 mm. Dann beginnen aber Wachsthumserscheinungen in der Rinde sich geltend zu machen, die wohl gleichzeitig in Verbindung stehen mit der jetzt ebenfalls anfangenden Bildung der Wurzelhülle. Zunächst beginnen die Zellen der Rinde sich zu vergrössern, so dem intercalaren Wachsthum des Peridium und der Gleba folgend, und dabei eine intensiver braungelbe Farbe anzunehmen. Gleichzeitig wachsen sie an zahlreichen Punkten dicht nebeneinander zu kleinen kegelförmigen Zellcomplexen aus, den Warzen der Fruchthülle. Es wurde schon bemerkt, dass diese Wucherungen an abortirenden Fruchtkörpern weit früher auftreten als an den sich normal entwickelnden. Ihre Entstehung ist aber auch hier dieselbe. Sie wird eingeleitet durch allseitige Theilungen einer kleinen Anzahl von Rindenzellen, gewissermassen eine Art Meristembildung; es entstehen so dicht beieinanderliegende kleine Gruppen von zarten, dünnwandigen Elementen, die allmählich seitlich zusammenstossen und so eine einheitliche netzartige Schicht um die ganze Frucht herum bilden. Von ihnen erheben sich nun durch fortdauernde Theilungen jene Zellwucherungen, die nach oben sich allmählich verjüngen und so ungefähr Kegelform annehmen. Wenn de Bary sagt, dass die Basen dieser Kegel der Innenschicht (Peridium) direct aufsitzen und sich seitlich berühren, so ist damit jene eigenthümliche meristematische Schicht gemeint. Die Warzenzellen selbst gleichen im fertigen Zustande den Cortexzellen völlig; in der Axe jedes Kegels indessen bildet sich eine langgestreckte Zellgruppe zu äusserst dickwandigen Elementen um, die gewissermassen das Gerüst der Warzen bilden. Sie zeigen sich im fertigen Zustande als bis zum Verschwinden des Lumens verdickte Zellen mit gelbgefärbten Zellwänden. Die an der Oberfläche der Warzen liegenden Zellen wachsen zu langgestreckten, auf der Oberseite des Kegels senkrecht stehenden Zellreihen aus; die letzteren, die übrigens meistens vierseitig zu sein scheinen, bedecken also pallisadenähnlich die ganze Oberfläche. In den Vertiefungen zwischen den Warzen stossen sie mit den von benachbarten Kegeln ausstrahlenden zusammen. Die dem Gipfel und dem oberen Kegelende entspringenden verlängern sich indessen zu langen Zellfäden, die direct in die Pilzscheiden der benachbarten Kiefernwurzeln übergehen und so den Fruchtkörper mit der Wurzel in Verbindung setzen.

Die Warzen werden allmählich von oben her abgeschülfert und von unten fortwährend neu nachgebildet, indem die meristematische Schicht stetig neue Zellen nachschiebt. Bei der sich allmählig vergrössernden Oberfläche der Frucht muss auch ihre Zahl zunehmen und zwar wird dies erreicht durch

Digitized by Google

Längsspaltungen schon vorhandener Warzen. Es geschieht das, indem die Meristempartie unter der Warze, die Ersatzzellen, nicht mehr einheitlich in die Höhe wachsen, sondern gewissermassen zwei Vegetationspunkte bilden, die nun nach und nach in die Höhe wachsen und so förmlich oder scheinbar in die primäre Warze hineinragen, bis dieselbe endlich ganz abgeschülfert ist und die Nachkömmlinge frei hervorragen. Da übrigens diese Anschauung nur nach Querschnitten durch den Cortex gewonnen ist, so ist nicht ausgeschlossen, dass bei der Längstheilung auch eine Spaltung in mehr als gerade zwei secundäre Warzen vorkommen kann. Ja einige Flächenschnitte scheinen auf ein solches Verhalten hinzuweisen. Einen Flächenschnitt beschreibt im Sonstigen de Bary äusserst treffend mit folgenden Worten: „Ein der Oberfläche paralleler Schnitt ist somit aus zierlichen, von strahligen Zellreihen gebildeten rundlichen Facetten zusammengefügt, deren jede in ihrer Mitte eine Gruppe derber, lebhaft gelber Zellen zeigt."

Bei *Elaphom. granulatus* sind die Warzen flach und meistens abgestumpft, wie denn überhaupt hier die Rinde nur wenig entwickelt ist; anders bei *Elaphom. variegatus*, wo die Kegel zu ziemlich grossen, festen, stachelartigen Gebilden auswachsen und auf einer dicken, derben Rinde aufsitzen [1]). Mit der eben beschriebenen Differenzirung der Rinde hat die Frucht, wenn auch noch nicht ihre endliche Grösse, so doch alle die Eigenschaften erreicht, die wir im reifen Zustande an ihr finden, abgesehen von der Entwickelung der Gleba, die unten besonders zu behandeln ist. Ihre Hülle besteht also aus der Rinde, die eben für die beiden untersuchten Arten charakterisirt wurde, und dem Peridium. Während die Rindenzellen, soweit sie nicht den noch in Bildung begriffenen Theilen angehören, die Eigenthümlichkeiten cuticularisirter Zellen aufweisen, d. h. gegen Säuren und Alkalien äusserst widerstandsfähige Membranen besitzen, besteht das Peridium Zeit seines Lebens aus einem weichen, quellbaren Gewebe. Die äusseren, dem Cortex direct anliegenden Schichten desselben sind deutlich pseudoparenchymatisch ausgebildet, während die inneren mehr ein dichtes Geflecht von der Peripherie parallellaufenden Fäden darstellen. Bei *Elaphom. granulatus* ist die Dicke des Peridiums nicht sehr gross und auch seine Festigkeit ist nicht bedeutend, entsprechend dem lockeren Gefüge und den weniger stark verdickten Zellwänden. Seine Färbung ist hier weiss oder schwach röthlich angehaucht. *Elaphom. variegatus* dagegen hat ein sehr dickes Peridium von brauner oder braunrother Farbe (im reifen Zustande). Die dasselbe zusammensetzenden Hyphen sind überaus stark verdickt, in ihrem Verlauf unterbrochen durch feine, labyrinthisch verzweigte Linien oder netzartige Figuren von gelblicher oder röthlicher Färbung, die von kurzgliederigen, steinzellenartig verdickten Hyphenästen herrühren, übrigens deutlich nur in dem nicht ganz reifen Fruchtkörper wahrzunehmen sind.

Die Gleba hält bei dem eminenten, intercalaren Wachsthum, das der Fruchtkörper von dem Augenblick der Trennung in Rinde, Peridium und Gleba an bis zum ersten Auftreten der ascogenen Hyphen erfährt, in der ersten Zeit gleichen Schritt mit der Hülle oder überflügelt diese wohl auch, d. h. füllt den von ihnen umschlossenen Raum vollständig aus. Es ist schon erwähnt worden, dass ihre zart röthlich-violett gefärbten Hyphen ein zunächst ziemlich dichtes Geflecht bilden. Mit dem fortschreitenden Wachsthum ändert sich das indessen meistens, indem sie demselben nicht zu folgen vermögen. Es entstehen zunächst kleinere, bald grössere Zwischenräume, die sich zu grösseren Löchern erweitern und oft den grösseren Rauminhalt der ganzen Frucht ausmachen. Die letztere ist dabei von einigen fädigen

[1]) Nach Tulasne l. c. p. 108 kommen indessen auch hier hin und wieder punktförmige Warzen vor.

Digitized by Google

Resten noch netzartig durchzogen. Während dieses Vorganges nehmen die Glebafäden mehr und mehr eine dunkelbraune Farbe an, sie werden dünner und dünner, schnurren förmlich zusammen und bilden schliesslich ein trockenes, fädiges Netzwerk. Es ist das, was in der Sporenfrucht Capillitium genannt wird. Solche Fruchtzustände ähneln häufig sehr stecken gebliebenen Anfängen, unterscheiden sich indessen stets leicht und sicher durch die Beschaffenheit der Hülle. In der That bleiben auch wirklich viele Früchte in diesem Stadium stehen; sie fangen an zu faulen, erfüllen sich mit allerlei fremden Mycelien und sind dann schon mit noch gesunden verwechselt worden. Ob Tulasne's Angaben sich auf solche Fälle beziehen, ist schwer zu entscheiden, jedoch wahrscheinlich. De Bary scheint solche Hohlräume nicht gesehen zu haben; auch ich fand sie häufiger nicht an Früchten, die nur klein blieben. Hier füllte die Glebahyphenmasse als relativ dichtes Geflecht den ganzen Innenraum. Aus der unendlich verschiedenen Grösse der reifen Früchte erklärt sich auch der Widerspruch zwischen meinen und de Bary's Angaben, nach dem schon während des intercalaren Wachsthums der ganzen Frucht ascogene Hyphen angelegt werden. Ich habe dergleichen nie beobachtet, will aber trotzdem ein solches Verhalten in einzelnen Fällen nicht bestreiten.

Die ascogenen Fäden sind nun nicht etwa ein Product jener zusammengetrockneten Glebamasse, wie de Bary und Solms-Laubach angeben. Sie entstehen von besonderen Sprossungen, die von der dem Peridiuminnern aufliegenden Hyphenschicht ausgehen und sich zwischen die lockere Glebamasse hineindrängen; die letztere ist ein transitorisches Gebilde von rein biologischer, ohne morphologische Bedeutung. Es erinnert fast an die Zellmasse, die das junge Perithecium von *Xylaria* erfüllt und später verquillt. Auch bei diesem Pilz entsteht das ascogene Gewebe als secundäre Sprossung der Peritheciumbasis. — Ganz so bei *Elaphomyces*. Wenn man will, die innerste Zelllage des Peridium, jedenfalls eine mit der Peridie in unmittelbarer Continuität stehende Hyphenschicht, die weniger intensiv gefärbt ist, als die sonstige Glebamasse und auch die Veränderungen, wie diese, nicht durchgemacht hat, treibt mehr oder weniger lange Sprossungen. Die Länge derselben hängt ab von der Grösse des Hohlraums, in den sie nie hineinwachsen, daher denn auch so unendlich oft in fast reifen, mit schon fertigen Ascis und Sporen versehenen Fruchtkörpern solche Hohlräume gefunden werden. Sehr schön heben sich diese Sprossungen von den Capillitiumfasern nach der Färbung mit Jodlösung ab. Sorgfältig in Paraffin eingebettete und dann geschnittene Früchte zeigen so, wie sich die neugebildeten Fäden durch Dicke und Inhaltsmenge von den Glebafäden unterscheiden und zunächst noch ein wenig dichtes, zwischen den ersteren sich ausbreitendes Netz bilden. Sehr bald aber treten an ihnen seitliche Verzweigungen auf, die kurzgliedrig und dabei ziemlich dick bleiben, sich wieder verzweigen und so binnen kurzer Zeit ein Nest in den Capillitiumfäden bilden und diese zur Seite drängen und häufig in Gestalt von Platten oder eine Art Kammern bildenden Scheidewänden zusammenpressen. Diese Nester, aus ascogenen Fäden bestehend, erscheinen dem blossen Auge als zart fleischrothe Klumpen, durch schwarze oder braune Zwischenmasse von einander getrennt. Ihre Grösse ist sehr verschieden: stecknadelkopf- bis bohnengross. Die ascogenen Hyphen selbst sind vielfach gekrümmt und in sich zusammengeknäuelt und führen einen sehr reichen protoplasmatischen Inhalt. An ihnen entstehen die Asci als End- oder seitliche Zweige (Fig. 19 a), wie dies ja auch schon von Tulasne und de Bary dargestellt und abgebildet ist. Die jungen Asci sind keulen- oder kugelförmige Anschwellungen der Enden jener Zweige und von allen bisher bekannten Ascis dadurch ausgezeichnet, dass der Abschluss durch eine Querwand nach dem Tragfaden hin erst sehr spät erfolgt,

Digitized by Google

oft erst, nachdem die jungen Sporen in die ersten Stadien der Membranbildnng eingetreten sind. Der Inhalt der jungen Schläuche ist anfangs nicht besonders massig; wie Errera[1]) selbst, vermisste auch ich darin die die Anwesenheit von Glycogen andeuten sollende Reaction. Immer konnte mit Haematoxylin die Anwesenheit eines Zellkernes leicht nachgewiesen werden; er lag meistens an der Stelle des Ueberganges des Ascus in den Stiel. Sein Bau ist der der gewöhnlichen Pilzzellkerne, d. h. ausgezeichnet durch einen relativ grossen Nucleolus. Kerntheilungsstadien sind nicht gefunden worden. Die Membran der Asci ist deutlich zweischichtig; durch Jod und Schwefelsäure wird sie hellbraun gefärbt. Schon de Bary[2]) erwähnt das häufige Vorkommen von Schläuchen mit wasserhellem Inhalt; auch mir sind dieselben sehr oft und sehr zahlreich begegnet. Bei sorgfältiger Vergleichung hat sich dabei herausgestellt, dass diese Gebilde nicht entwickelungsfähig waren, also als gehemmte Schläuche zu bezeichnen sind. Die Zahl, in der sie in dem einzelnen Fruchtkörper vorkommen, übertrifft die der zur Reife kommenden oft um das Zehnfache.

Die Entwickelung der Sporen ist durch alle Stadien auf das Genaueste verfolgt worden, so dass wir davon mit Zuhülfenahme der werthvollen Arbeit de Bary's folgendes Bild entwerfen können. Wie schon gesagt, ist die Theilung des Ascuskerns nicht direct beobachtet; dagegen zeigt Fig. 19a einen Fall, wo statt des einen 7 Zellkerne im Ascus enthalten sind. Charakteristisch für die Sporenbildung von *Elaphomyces* ist die Ungleichzeitigkeit der ersten Anlage; auch dafür bildet Fig. 19a ein Beispiel, indem 6 Zellkerne unregelmässig im Plasma vertheilt sind und nur um einen einzigen sich eine rundliche Plasmamasse, die junge Spore, angelagert hat. De Bary beschreibt die jüngsten Sporenanlagen als „wasserhelle oder mit einer dünnen, eine excentrische grosse Vacuole umgebenden Protoplasmaschicht versehene kugelige Bläschen." Ich kann dies nicht bestätigen und vermuthe, dass de Bary schon ältere Anlagen vor sich gehabt hat, auf die diese Beschreibung eher passt. Sowohl in frischem als in gefärbtem Material bilden die jüngsten Sporenzustände rundliche, kleine, aus einem dichten körnigen Plasma bestehende Körper, in deren Mitte oft schon ohne Färbung der Nucleus wahrnehmbar ist. Wie de Bary richtig bemerkt, sind sie fast immer dicht zusammengelagert und oft einer wandständigen Plasmaschicht eingelagert; dass indessen dies letztere nicht immer der Fall ist, zeigt Fig. 19b. Die Zahl der Sporenanlagen ist sehr verschieden und wechselt sowohl bei *Elaph. granulatus* wie bei *Elaph. variegatus* zwischen 8 und 2. Dazu kommt, dass sehr häufig einzelne Anlagen abortiren und dann im späteren Verlaufe der Entwickelung entweder ganz verschwinden, oder nur als unregelmässige dichtere Klumpen erscheinen (Fig. 19d). Es mag gleich hier bemerkt werden, dass Tulasne[3]) dem *Elaph. variegatus* „asci 2—4 spori", dagegen dem *Elaph. granulatus* „asci 1—8 spori" zuschreibt. Es ist das insofern richtig, als bei der ersteren Form die Zahl der Sporen im Ascus meistens geringer ist als bei der letzteren, indessen kommen auch bei ihr 5- und 6sporige Schläuche vor. Dagegen trifft man nicht selten auch typische Exemplare des *Elaph. granulatus* (es sind das namentlich kleinere), in denen alle Schläuche nicht mehr als 1—5 Sporen enthalten. Daraus ergiebt sich, dass die Anzahl der Sporen im einzelnen Ascus nicht als Unterscheidungsmerkmal, wenigstens zwischen den beiden genannten Arten benutzt werden kann.

---

[1]) L'Épiplasme des Ascomycètes etc. 1882.
[2]) Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten.
[3]) Fungi hypogaei p. 108 u. 109.

Digitized by Google

Nachdem um die beschriebenen jungen Sporen eine dünne, mit Jod und Schwefelsäure sich hellgelb färbende Membran abgeschieden ist, beginnt eine Vergrösserung der Anlagen, die nun bis zur Reife der Spore stetig fortschreitet. Aus der nun folgenden Beschreibung der dabei eintretenden Veränderungen ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass diese Vergrösserung wesentlich in einer Wasseraufnahme, einer Quellung ihren Grund hat. Bald nach Ablagerung der Membran nämlich greift eine Vertheilung des Sporeninhalts Platz in der Weise, dass die Protoplasmakörnchen sich um den Zellkern als dichte, ungefähr den halben Durchmesser der Spore betragende Masse ansammeln, während der Raum zwischen dieser und der Membran von einer völlig hyalinen Substanz erfüllt ist, die sich durch mikrochemische Reactionen als Hyaloplasma erweist. Zunächst hat also einfach eine Abscheidung des letzteren von dem granulirten Plasma stattgefunden (Fig. 19 c und e). Unter stetiger Grössenzunahme und allmählicher Verdickung der Sporenmembran (Fig. 19 c) treten aber andere Veränderungen ein, die die Spore in ihren definitiven Zustand überführen. Die centrale körnige Plasmamasse wird kleiner und kleiner, man sieht förmlich, wie die Zahl der Plasmakörnchen continuirlich abnimmt; dafür gewinnt die hyaline Zwischensubstanz in bedeutendem Masse und zeigt nun auch nicht mehr reine Plasmabeschaffenheit. Zwar färbt sie sich noch mit Jod gelb, quillt aber in Wasser ungemein stark auf, wenn man durch Druck auf das Deckglas die Sporenmembran gesprengt hat. Sie tritt dann als unförmlicher Körper aus der Membran hervor und lässt dabei schon die Andeutung einer Schichtung erkennen; sie scheint, wie dies auch de Bary angiebt, aus zwei Schichten zu bestehen, einer äusseren, sehr stark quellbaren und einer inneren, etwas festeren. Wenigstens sieht man bei zerdrückten Sporen sehr häufig in der gequollenen Masse einen rundlichen, glänzenden Kern, der den körnigen Plasmarest umschliesst.

Die Verdickung der Membran, die Zunahme der quellbaren Masse und auch die Abnahme der centralen Plasmamasse schreiten nun fort, bis diese Theile ungefähr die Grösse und Beschaffenheit angenommen haben, die sie auch in der fertigen Spore besitzen (Fig. 19 c). Die Sporenmembran wird zu einer derben glänzenden Schicht, die sich mit Jod und Schwefelsäure braun färbt. Sie ist nur wenig elastisch und wird daher bei einem Quellen der Inhaltsmasse leicht gesprengt. Aus diesem Grunde ist es mir auch unwahrscheinlich, dass die Sporen nach der Befreiung aus dem Schlauch noch an Grösse zunehmen sollen, ich habe dies wenigstens nie constatiren können; die scheinbare Grössenzunahme wird auf die Auflagerung des Episporiums zurückzuführen sein. Die hyaline Inhaltsmasse macht jetzt bei Weitem den grössten Theil der Spore aus; sie ist wenig lichtbrechend, lässt dagegen meistens eine Schichtung deutlich erkennen, namentlich bei ganz geringer Quellung. Sie hat sich in eine cellulose-ähnliche Substanz umgewandelt, die mit Chlorzinkjod unter starker Quellung schwach blau gefärbt wird. Mit Jod und Schwefelsäure konnte ich eine deutliche Blaufärbung nicht erzielen, wahrscheinlich weil bei Zusatz der letzteren Substanz die Quellung sofort in eine Auflösung überging Durch Jod allein tritt nur eine schwache Gelbfärbung ein. Der eigentliche Sporenleib ist zu einer winzigen körnigen Masse zusammengeschrumpft; ein Zellkern ist, wenn auch nicht immer, noch nachzuweisen, dagegen die übrige Substanz auf ein sehr geringes Quantum reducirt; man könnte sagen, die Plasmakörnchen seien mit Leichtigkeit zu zählen. Der Durchmesser dieser Centralmasse ist höchstens ein Sechstel des Durchmessers der Spore in dem beschriebenen Entwickelungszustand.

Während dieser Vorgänge ist das Plasma des Ascus zunächst unverändert geblieben; vielleicht ist die Zahl und Grösse der Vacuolen etwas gestiegen, jedenfalls nicht in besonders auffälligem Masse;

Digitized by Google

die Sporen liegen einzeln oder in einen Klumpen zusammengeballt im Ascusplasma. Haben sie das zuletzt geschilderte Stadium erreicht oder besser gesagt abgeschlossen — denn nachher tritt in den genannten drei Sporenbestandtheilen keinerlei Veränderung mehr ein — so bemerkt man, wie um jede Spore sich eine dunkle körnige Zone aus dem Ascusplasma (Epi- oder Periplasma) ablagert, die gegen den jetzt hyaliner werdenden Schlauchinhalt bald scharf absticht (Fig. 19 d). Die Dicke dieser Zone ist verschieden, bei *Elaph. variegatus* stets geringer als bei *Elaph. granulatus*; wo die Sporen klumpenweise beisammen liegen, sind die Zonen der benachbarten Sporen oft miteinander verschmolzen; häufiger jedoch sieht man sie durch eine hyaline oder weniger körnige Schicht von einander geschieden. In den körnigen Höfen beginnen bald nach ihrer Bildung die Körnchen etwas aufzuquellen und sich in kurze, dicht an einander gelagerte radiale Reihen zu ordnen, die allseitig von der Sporenmembran gleichmässig ausstrahlen. Es erinnert dies an die Vorgänge, wie sie Strasburger zuerst von der Membranbildung der Pollenkörner beschrieben hat. Die seitliche Entfernung zwischen den Körnchenreihen ist nicht ganz gleich, so dass bald eine völlig isolirt steht, bald 2 bis mehrere sich so genähert sind, dass sie sich berühren und dann oberflächlich betrachtet, wie eine einzige dickere Reihe erscheinen (Fig. 19 f). Zwischen den Reihen selbst liegt eine hyaline Substanz, die auch in einem etwas älteren Stadium gegen das Epiplasma hin die Spore durch eine nicht sehr dünne, nicht scharf contourirte Schicht abgrenzt. Namentlich schön tritt dies bei Jodfärbung hervor, wo dann die Körnchenreihen dunkelbraun, das Ascusplasma hellbraun und die eben genannte Substanz schwach gelb gefärbt werden.

Häufig beginnt schon in diesem Entwickelungszustand das Quellen und Schwinden der Ascusmembran, so dass man dann Sporen und Sporenballen von dem beschriebenen Aussehen in einer gemeinsamen, aus der Quellung der Ascusmembranen, der ascogenen Fäden und dem Epiplasma der verschiedenen Asci entstehenden Grundmasse eingebettet findet; auf solche Fälle beziehe ich auch die Angaben de Bary's über die Vergrösserung der Sporen nach der Entleerung aus dem Ascus. Gemeiniglich bleiben indessen die Sporen bis zu ihrer vollen Reife im Schlauche eingeschlossen.

Die letztere wird erreicht, indem die Körnchen der einzelnen Körnchenreihen mit einander unter gleichzeitiger chemischer Veränderung zu einem soliden Stäbchen verschmelzen. Wie kurz vorher bemerkt, sind diese Stäbchen sehr verschieden dick, je nachdem sie aus einer einzelnen Reihe oder aus mehreren, sich seitlich berührenden hervorgehen. Sie nehmen dabei eine mehr oder weniger dunkle Farbe an, die schliesslich in ein undurchsichtiges Braunschwarz übergeht. Die erst erwähnte hyaline Zwischenmasse schrumpft zu einem dünnen, faltigen Häutchen ein, das die ganze Spore mit einem hellen Rand umgiebt und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäbchen ausfüllt. Während die letzteren gegen alle Reagentien sich als völlig widerstandsfähig erweisen, auch durch Kochen mit Kalilauge ausser einer geringen Quellung und Aufhellung keine weitere Veränderung erleiden, quillt die hyaline Aussenschicht schon in Wasser etwas auf; in Chlorzinkjod, Kalilauge etc. wird sie nach voraufgegangener Quellung sehr schnell ganz gelöst unter einem eigenthümlichen Körnigwerden (Fig. 19 g). Das Verhalten der inneren Sporentheile bleibt das oben beschriebene, die ganze Spore ist fertig und reif. In älteren Früchten, solchen, die nach der Reife schon verschiedenem Wechsel der äusseren Bedingungen ausgesetzt waren, fehlt meistens die äussere, hyaline Zone und auch der Stäbchenmantel ist nicht mehr ein intakter, sondern hier und da unterbrochen, die Sporen machen den Eindruck, als fingen sie an zu verwittern.

Digitized by Google

Mit der Reifung der Sporen und der Auflösung der Asci Hand in Hand geht die innere Umbildung des ganzen Fruchtkörpers. Die äusseren Hüllschichten beharren in dem früher beschriebenen Zustand, das primäre Innengewebe schrumpft mehr und mehr zusammen und wird zu einem spinnwebartigen Geflechte, das die Fruchthöhlung ganz oder theilweise durchzieht; die ascogenen Fäden werden von unten her in der gewöhnlichen Weise aufgelöst, indem ihre Inhaltsmassen in die höheren Zellen wandern und die Membranen gallertig verquellen. Während die Inhaltsstoffe derselben sowie das Periplasma der Asci zur Ausbildung der Sporen verwandt werden, wird das Innere des Fruchtkörpers trockner und trockner, bis schliesslich zwischen den zusammengeschnurrten Capillitiumfäden nur noch ein lockeres, violettschwarzes Sporenpulver denselben erfüllt. Auch die Fruchthülle trocknet zusammen, wenn auch nur in geringem Masse in Folge der sklerotischen Verdickung vieler ihrer Zellen. Die Frucht ist reif und lässt sich mit Leichtigkeit aus der Wurzelhülle, die nach und nach abstirbt, herausnehmen. Wie lange eine Hyphenverbindung mit der Wurzelhülle in Bestand bleibt, vermag ich nicht anzugeben.

Die im Vorstehenden gegebene Entwickelungsgeschichte des Elaphomycesfruchtkörpers weicht in mehreren Punkten nicht unerheblich von den Darstellungen de Bary's ab, die wesentlich den Ort des Entstehens der ascogenen Fäden und die Ausbildung der Sporen anbetreffen. Kleinere Differenzen, wie sie sich zum Beispiel in der Darstellung des Baues der Peridien herausgestellt haben etc., sind völlig unwesentlich. Auch für die Sporenentwickelung kommen die folgenden Zeilen nicht in Betracht; wohl aber muss die morphologische Bestimmung der Herkunft der ascogenen Fäden insofern kurz berücksichtigt werden, als sie für die Feststellung verwandtschaftlicher Beziehungen von Wichtigkeit ist. Sowohl de Bary, wie später auch Graf Solms[1]) lassen die ascogenen Fadenknäuel an den primären Binnengewebshyphen zur Ausbildung gelangen, während ich nachgewiesen habe, dass dies nicht der Fall ist. Ihre Entstehung von den inneren Schichten der Peridie steht fest. Verwandte Formen zeigen nun wohl den von den genannten Autoren beschriebenen Bildungsmodus, Formen die nach dem ganzen Fruchtbau, der Sporen- und Ascusgestaltung etc. nicht von *Elaphomyces* zu trennen sind. Auch für die Entstehung ihrer Fruchtkörper dürfen wir wohl einen apogamen Anfang annehmen, wie dieses bei *Elaphomyces* so gut wie nachgewiesen ist. Wenn letztere Form durch den Ort der Bildung ihres ascogenen Gewebes von ihren Verwandten abweicht, so ist das also nur ein Beweis für die schon öfter aufgestellte Behauptung[2]), dass dies Moment bei apogamen Ascomyceten für ihre systematische Stellung nicht massgebend ist. Wenn freilich trotzdem *Elaphomyces* dadurch etwas weiter entfernt von seinen bisherigen nächsten Verwandten seine Stellung erhält, so entspricht das andererseits einer Anzahl von abweichenden Charakteren, die ihm eigenthümlich sind.

---

[1]) Penicilliopsis clavariaeformis. Ann. d. jard. bot. de Buitenzorg. Vol. VI. Auf diese Abhandlung sei auch in Bezug auf die morphologischen Details der verwandten Formen (*Terfezia* etc.) verwiesen.

[2]) Fisch, Entwickelung einiger Ascomyceten. Bot. Zeitg. 1881.

Digitized by Google

VI.

Weiteres Schicksal der Früchte und Sporen.

Von hier ab zeigt die Lebensgeschichte von *Elaphomyces* einen dunkeln Punkt nach dem andern. Ueber die Keimung der Sporen, die Crux aller Tuberaceenentwicklungsgeschichten, vermag ich nicht die geringste positive Angabe zu machen, wonach sich von selbst versteht, dass auch über das Verhältniss zwischen Sporen, Keimmycelien und Nährwurzeln nichts zu berichten ist.

Die reifen Früchte, im Boden sich selbst überlassen, verwittern ganz allmählig, ohne dass die Sporen eine Weiterentwicklung erfahren. Im Gegentheil, nach längerer Zeit werden auch die sonst sehr widerstandsfähigen Sporen oberflächlich etwas corrodirt; sie scheinen dann auch gegen Reagentien weniger widerstandsfähig[1]) zu sein.

Die Hirschtrüffeln besitzen keine eigenen Sporenverbreitungsmittel, und ohne das Eingreifen von Thieren käme keine Spore vom Fleck. Einiges mögen zum Transport Würmer leisten, auch Nematoden, die zuweilen Früchte zerstören, vielleicht auch einmal eine Käferlarve. Die Hauptverbreiter aber stellt das Wild, welches die Hirschtrüffeln am Geruch im Boden wittert und zu allen Jahreszeiten begierig ausscharrt und verzehrt. Die Sporen finden sich, frei vom sonstigen Gewebe, unverändert in den Excrementen der Thiere wieder. Das gleiche Ergebniss hatten Fütterungsversuche mit Dammwild.

Liegt nun auch in diesen Daten der deutliche Fingerzeig nicht allein hinsichtlich der Verbreitung der Sporen durch Thiere, sondern vielleicht auch hinsichtlich einer besonderen Förderung der Keimung durch den Thierkörper, so bin ich doch bisher mit allen einschlägigen Versuchen gescheitert. Wenn man älteren, vom Wald geholten Rehmist untersucht, so findet man die Sporen genau so unverändert, wie wenn man die Excremente vom Versuchsthier frisch untersucht. Wie ich auch den Mist weiter behandeln mochte, es war nie ein Keimungsanfang zu erzielen.

Die gleiche Ergebnisslosigkeit kennzeichnet alle meine sonstigen Versuche, die Sporen zur Keimung oder Mycelien zur Uebertragung auf Kiefernwurzeln zu bewegen.[2])

In ersterer Hinsicht habe ich bei sehr verschiedenen Temperaturen, hell und dunkel, ausprobirt: Mistdecocte, Obstdecocte, Bodenauszüge, Pankreatin- und andere Fermentlösungen, Alles umsonst.

Ferner in einem Haideerdebeete im Warmhaus, durch $1^1/_2$ Jahre beobachtet: Sporen, Sporenmist, unversehrte und zerschnittene und bereits verwitterte Früchte, Myceliumnester.

In Töpfen und im Freien während fünf Jahren: Kiefern vom 3. Jahre ab mit Sporen, Sporenmist, Mycelien, unversehrten und aufgebrochenen Früchten. Das Mycel wuchs aus seinem Humus nicht heraus, lebte einige Monate und ging dann zu Grunde.

Ich bin nun zwar weit entfernt, aus der Erfolglosigkeit dieser Versuche sehr weitgehende Folgerungen zu ziehen. So gut die Uebertragung gesunder Mycelien auf Versuchskiefern und eventuell sogar die Wurzelhüllbildung um künstlich zum Auswachsen ihrer Rindenhyphen gebrachte halbreife Früchte einmal

---

[1]) Bei Versuchen im Freien — in gewöhnlichen Gartenbeeten — verwitterten die Früchte binnen zwei Jahren sämmtlich, manche schon rascher. Aber noch nach 5 Jahren konnte ich papierdünn gewordene Fruchtrindenreste erkennen, ebenso erhalten sich die Sporen, zu schwarzen Klumpen geballt, unter Umständen lange Zeit, sicher drei Jahre, fast unversehrt.

[2]) Von welchem Alter ab die Kiefer *Elaphomyces* tragen kann, ist mir gleichfalls unbekannt.

Digitized by Google

im Experiment glücken mag, so gut ist es möglich, dass morgen Jemand keimende Sporen im Mist findet, oder auf das richtige künstliche Gemisch geräth, um die derben Sporenmembranen von *Elaphomyces* zu erweichen.

Darum liegt auch nicht der leiseste Grund vor, die oben zwischen *Elaphomyces* und Wildstand durchgeführte Beziehung für bedeutungslos zu halten.

Aber das jahrelang redlich fortgesetzte ergebnisslose Suchen nach dem natürlichen Vorgang führt schliesslich auch auf andere Gedanken.

Es muss auch die Möglichkeit zugegeben werden, dass aus den Sporen heutzutage überhaupt nichts mehr wird, dass dieselben ihre Keimfähigkeit eingebüsst haben. Klingt diese Annahme gegenüber der Massenproduction von Früchten und anscheinend für eine Ewigkeit eingerichteten Sporen zunächst befremdend, so vereinigen sich doch als Argumente zu ihren Gunsten einmal der ungewöhnlich hohe Procentsatz in allen, insbesondere auch höheren Entwicklungsstufen verkümmernder und zwar nicht bloss aus äusseren Ursachen verkümmernder Fruchtanlagen; sodann das Fehlschlagen zahlreicher „gehemmter" Sporenschläuche; endlich die gegenüber der massigen Zellwand unverhältnissmässige Armuth der Sporen an *Protoplasma*.

VII.

Biologische Beziehungen zwischen Elaphomyces und der Kiefer.

Fasst man von der Gesammtheit biologischer Wechselbeziehungen zwischen *Elaphomyces* und der Kiefer zunächst das Abhängigkeitsverhältniss des Pilzes von seiner Nährpflanze ins Auge, so frägt sich vor Allem, ob das Mycelium, trotz seiner thatsächlichen Anpassung zum Parasitismus, etwa auch ohne die Nährpflanze leben kann.

Die verschiedenartigsten Versuche, dasselbe in den sonst verwendbaren Nährlösungen, oder in Auszügen aus dem von ihm bewohnten Boden zu kultiviren, sind mir bisher missglückt. Aber wenn auch ein solcher Versuch einmal glückte, so glaube ich nicht, dass derselbe hinsichtlich der normalen Lebensweise unseres Pilzes sehr von Bedeutung wäre.

Indessen macht sowohl die Art des natürlichen Vorkommens des Myceliums, als auch die Organisation der Wurzelpilzscheide den Eindruck, als ob der Pilz nicht allein in letzterer Form auch dem Boden anorganische (?) Nahrung entnehme, sondern auch als Mycelium von Bodenbestandtheilen saprophytisch leben könne. Letzterer Punkt wird durch die Thatsache illustrirt, dass man *Elaphomyces*-Mycelien mehrere Monate lang im Keller ohne lebende Wurzeln, einfach in seiner üblichen an Kiefernwurzelgeweberesten überreichen Humuserde lebendig erhalten kann. Es nimmt dabei freilich nicht zu. Auch von Früchten habe ich bereits angeführt, dass dieselben unter den gleichen Bedingungen noch einige Rindenhyphen hervorwachsen lassen.

Alle übrigen Erscheinungen aber sprechen dafür, dass das fern von lebenden Wurzeln niemals vorkommende Mycelium auf den Kieferwurzeln schmarotzt, und irgend welche erhebliche Entwickelung ohne schmarotzende Lebensweise nicht erreicht.

Digitized by Google

Die Früchte werden zwar jeweils ohne unmittelbare Berührung mit Wurzeln von Mycelium angelegt, aber nur im Wurzelbezirk. Dass ihre Reife nur innerhalb der Wurzelhülle sich vollzieht, und die Art und Weise, wie sich innerhalb der Wurzelhülle die parasitische Verbindung zwischen Fruchtrinde und den Wurzeln vervielfältigt und steigert, das Alles spricht für eine ausgiebige Ernährung der reifenden Frucht durch die Wurzeln.

Nur Wurzeln im primären Zustande werden vom Pilze ergriffen. Die secundäre, unter der Endodermis beginnende Rindenentwickelung stösst mit dem pilzdurchwucherten primären Rindenparenchym die Pilzscheiden ab. Es kömmt vor, dass vorher die Wurzel vom Pilz zerstört wird; aber das scheint der seltenere Fall. In der Regel wird der Pilz von der Wurzel überwunden, und oft, wenn man im kritischen Augenblick glaubt, vor dem Untergange der im primären Rindengewebe arg zugerichteten Wurzel zu stehen: die Innenkorkbildung beginnt gerade, und unter ihr ist bei aller Zartheit desselben — alles Gewebe, auch hinsichtlich der Art und Menge der Zellinhaltsbestandtheile u. s. w. vollkommen gesund. Der secundäre Wurzelzustand ist alsdann völlig normal, man findet zur Uebergangszeit noch anhängende Reste der Pilzscheide; endlich schwinden auch diese. In das von Innen her gänzlich organisch abgesperrte verwitternde Gewebe dringen dann saprophytische Mycelien — zuweilen auch ein freier Elaphomycesfaden — mechanisch ein.

Kamienski hat neuerdings auf Grund eigener Untersuchungen den parasitischen Angriff des *Elaphomyces* auf seine Nährwurzel für diese im Allgemeinen als nachtheilig erklärt: die verpilzten Wurzeln würden insbesondere schliesslich durch Resinosis ihrer Leitstränge zerstört. Ich kenne Kamienski's russische Arbeit[1]) leider nur aus dem Referat im Bot. Centr.-Bl. Bd. XXX S. 2. Nach sehr umfassenden Nachuntersuchungen kann ich nur sagen, dass ich den mit Verharzung der Gefässbündel, insbesondere des Phloëms und Pericambiums, endigenden Grad des Pilzangriffs nicht so häufig beobachtet habe, selbst nicht bei den mit am stärksten vom Parasiten ausgenützten und schliesslich wirklich ganz verwitternden Würzelchen der Fruchthülle. Natürlich ist (wie auch bei gesunden Wurzeln) jeder Querschnitt zunächst von ausfliessendem Balsam bedeckt. Nach dessen Auflösung durch Alkohol indessen habe ich auch bei Elaphomyceswurzeln die Gefässbündelelemente in den meisten Fällen noch unversehrt gefunden.

Balsamanhäufung habe ich im primären und secundären Stadium der Elaphomyceswurzel ausserhalb der eigentlichen Balsamgänge öfters beobachtet in einigen wenigen Parenchymzellen der äussersten Pericambiumschicht. Selten steigert sich das so, dass jede Zelle dieser Schicht mit einem grossen Balsamtropfen erfüllt ist. Ob die an zahlreichen schliesslich ganz verwitternden Elaphomyceswurzeln eintretende völlige Zerstörung des Kerns — nur hohle morsche Rindenreste bleiben zunächst noch übrig — regelmässig durch Verharzung eingeleitet wird, ist mir zweifelhaft. Entscheidend wird vielleicht sein, dass der Pilzangriff auch das Kerngewebe beschädigt und auflockert, ehe der secundäre Zustand erreicht wird.

Was bei mittlerer Intensität des Pilzangriffs der Pilz dem Wurzelgewebe als Nährstoff entzieht, das lässt sich schwer genau sagen. Die Rindenparenchymzellen werden eines grossen Theiles ihres Inhaltes beraubt. Zurück bleibt regelmässig ein sehr ansehnlicher Rest des Zellkerns und wenig Portoplasma, sonst nichts. Zuletzt wird das ganze Gewebe, mit den Membranen beginnend, gebräunt.

---

[1]) Vergl. auch Grosglik, Bot. Centr.-Bl. 1886. XXV. p. 136.

Digitized by Google

Dass in allen diesen Momenten, der überreichen, gabeligen, durch das Eindringen des Pilzes veranlassten Verzweigung der Wurzeln,[1]) der Nährstoffentziehung und der in vielen Fällen eintretenden Zerstörung der Wurzeln lauter vom Pilz ausgehende Beeinträchtigungen der Nährpflanze liegen, unterliegt ja keinem Zweifel und muss an sich zugegeben werden, selbst wenn man mit Frank einen Nutzen der Pilzscheide durch Nahrungszufuhr für den Baum ohne Weiteres annimmt.

Bevor ich auf die eben gestreifte Streitfrage näher eintrete, möchte ich, selbst auf die Gefahr hin, etwas Selbstverständliches noch einmal zu sagen, darauf aufmerksam machen, dass im Elaphomycesbezirk gegen den Herbst fast alle Wurzelspitzen verpilzt sind. Kommen im Mai und Juni die neuen Saugwurzeln, so geht es bunt durcheinander. Bald bricht die junge Wurzel, einer noch bescheideten entstammend, schon mit verpilztem Vegetationspunkt hervor, bald erscheint sie mit braunem, glattem gesundem Scheitel aus irgend welcher gesunden, im secundären Zustand befindlichen Mutterwurzel. In einem und demselben Verzweigungssystem herrscht die grösste Mannigfaltigkeit. Allmählig aber steigert sich die Zahl der pilzbefallenen Spitzen mehr und mehr.

Mir steht, lediglich für das Verhältniss der Kiefer zu *Elaphomyces* und umgekehrt betrachtet, das erforderliche Material von Thatsachen und Versuchen zur Entscheidung der Symbiosenfrage nicht zu Gebote. Ob die vorhin erwähnten gesunden glatten Saugwurzeln Nährstofflösungen aus dem Boden aufnehmen können, weiss ich nicht. Auch wird damit, dass man auf wurzelpilzlose jüngere Versuchskiefern, auf die Möglichkeit, junge Kiefern in Wasserkultur zu ziehen, und auf den Umstand verweist, dass man nicht nur an Kiefernkeimpflanzen, sondern, wie ich bestimmt versichern kann, auch an mehrjährigen Kiefern, zuweilen typische Wurzelhaarbekleidung antrifft, die Streitfrage noch nicht zu Ungunsten Frank's entschieden. Höchstens folgt daraus, dass der Wurzelpilz der Kiefer zu ihrer Ernährung nicht unerlässlich ist, und diese Folgerung möchte ich persönlich auch gezogen haben[2]). Aber eben so wenig kann man sich der Erwägung verschliessen, dass mit dem Vorhandensein der zunächst vom parasitologischen Gesichtspunkte aus zergliederten Organisation der Wurzelpilzscheide die Möglichkeit, sie liefere auch Wasser und wässerige Lösungen aus dem Boden in die Wurzel hinein, ziemlich nahegelegt ist.

Leider weiss man aber überhaupt nicht, was die Wurzelpilzscheide aus dem Boden aufnimmt.

---

[1]) Pilzfrei in Wasserculturen erzogen sind die Wurzelverzweigungen junger Kiefern regelmässig monopodial.

Ueber mehr oder weniger ähnliche Bildungen an Wurzeln vergl. u. A. Frank, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Febr. 1887; Tschirch ebenda, Brunchorst, Unters. a. d. Bot. Inst. z. Tübingen II. 1. 1886. Reess Sitzb. d. phys.-med. Soc. z. Erlangen, 10. Mai 1880 (Anm.) u. s. w. Frank, Die Krankh. d. Pflanzen, Breslau 1880 S. 647 ff. Bruchmann, Jen. Ztschr. VIII. 572.

[2]) Zahlreiche, im gleichen Sinne zu deutende Thatsachen scheinen R. Hartig zu Gebote zu stehen. Vergl. dessen Vortrag „über die symbiontischen Erscheinungen im Pflanzenleben." Bot. Central-Bl. 1886, XXV. Bd., 350 ff.

Digitized by Google

VIII.

Andere Wurzelpilze.

Am Schlusse dieser Arbeit darf ich vielleicht über einige sonstige Wurzelpilze kurz berichten, welche mir — abgesehen von den auf Frank's Anregung unternommenen einfachen Nachuntersuchungen — während derselben in die Hände gerathen sind.

1. Der interessanteste unter ihnen heisst in meinen Notizen „Gelber Kiefernwurzelpilz". Er fand sich vor einigen Wochen sehr vereinzelt in unserem Reichswald unmittelbar über einem Elaphomycesnest, übrigens nicht sehr tief unter dem Boden. An einem mit mehreren normalen und pilzlosen jungen Saugwurzeln versehenen Kiefernwurzelästchen sitzen einzelne hochgelbe einfache und auch gegabelte Wurzelspitzchen. Die gelbe Pilzumkleidung stellt eine richtige, zum Theil noch locker gewobene Scheide aus Pseudoparenchym dar. Von den Hyphen, in welche sich diese auswärts auflöst, sind unterm Mikroskop die älteren Zustände braun und auf der Membranaussenseite körnchentragend, die jüngeren noch farblos und körnchenfrei.

Der Pilz durchdringt das ganze Rindenparenchym, und erscheint bei jüngeren Entwickelungszuständen überwiegend intercellular, mit je einem bis mehreren Fäden auf jeden Intercellularraum einzelne Fäden gehen schon ins Innere der Zellen.

Die Parenchymwände der äusseren Schichten schon gebräunt, weiter einwärts noch farblos. Zelleninhalt bald ungemein grosse Zellkerne, bald grössere körnige Schleimmassen.

Ganz eigenthümlich sind nun die weiteren Ausbildungsstadien. Die aufgetriebenen Rindenparenchymzellen mit Hyphenwerk pseudoparenchymähnlich vollgestopft, das Pilzgewebe voll Fett, ganz wie ein Sclerotium; sonst noch Reste des Parenchymzelleninhaltes vorhanden. Die Intercellularräume zum Theil abnorm ausgedehnt und jetzt fast vollständig hyphenfrei.

Farbe des Pilzes wie das Mycel von Cordiceps ophioglossoides oder von hochgelben Clavarien.

2. An einer $1^1/_2$jährigen, vom Samen im Topf gezogenen Versuchskiefer, deren Jahrestrieb ausgeblieben war, trug das dürftige Wurzelsystem einige knopfartige, nicht gabelig angeordnete Anschwellungen ohne Pilzscheide. Im Innern zwischen aufgetriebenen Zellenmassen Mycel unbekannter Zugehörigkeit.

3. Aehnliche Topfkiefernpflanze, im Gewächshaus vom Samen gezogen. Nach dem ersten Jahr sind einige Wurzelspitzen dicht umsponnen, aber nur oberflächlich und ohne Pilzscheide. Hyphen schnallenreich mit Kalksecretionen, wie Sphaerobolus sie zeigt.

4. An achtjährigen Versuchskiefern, vom 3. Jahr ab im Garten kultivirt, sind die Wurzeln zum Theil gegabelt und der Mehrzahl nach leicht verpilzt. Wurzelhaube frei, dahinter beginnt die Bildung lockerer Pseudoparenchymscheiden; oder die ganze Wurzelanlage in der Scheide steckend. Hyphen kraus oder gestreckt, Kryställchen tragend.

5. Unbekannte Monotocylen-Wurzel aus dem Garten (Quecke?); einmal eine Wurzel pilzbescheidet.

6. Monotropa-Wurzeln. Kamienski hält in seiner Heimath den Monotropa-Wurzelpilz für etwas Anderes als *Elaphomyces*, weil dieser dort fehle. Ebenso schienen mir mehrere hiesige Monotropawurzelpilzproben, die ich 1881 und 1882 untersuchte, nicht *Elaphomyces* zu sein.

Digitized by Google

Später (1885) und neuerdings wieder habe ich einen hiesigen Standort untersucht, an welchem spärlich fruchttragender *Elaphomyces* auf Kiefernwurzeln wächst, welche zwischen Monotropawurzeln reich verästelt mit diesen in ausgiebiger, innigster Berührung stehen. Der Kiefernwurzelpilz erweist sich hier auch durch sein Verhalten im Gewebe, durch seine charakteristischen Knötchen, bestimmt als *Elaphomyces*. Der Pilzüberzug der Monotropawurzeln aber sieht makroskopisch und im Bau seiner Hyphen eben diesem *Elaphomyces* so ähnlich, dass die Identität beider Pilze wenigstens nicht ausgeschlossen zu werden braucht. Im Angriff auf die Monotropawurzeln freilich — spärliches Eindringen höchstens in die erste Parenchymzellenlage, keinerlei Knötchenbildung u. dergl. — unterscheidet sich der Monotropapilz durchaus von dem *Elaphomyces* der Kiefer.

Digitized by Google

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1. Wurzelhülle einer vollständig reifen Elaphomycesfrucht, nach Entfernung dieser.

Fig. 2. Reife Frucht von *Elaphomyces granulatus* (etwa $1^1/_2$fach vergr.), in der Wurzelhülle, welche aus einem einzigen Kiefernwurzelaste gebildet ist.

Fig. 3. Eine ähnliche Wurzelhülle nach Entfernung der Frucht; auseinandergebrochen, bei c vollständig bis auf die Wurzelspitzchen ausgewaschen; bei b etwas, bei a gar nicht ausgewaschen. (Vergr. 2.)

Fig. 4. Abschnitt einer Kiefernwurzel mit zahlreichen pilzumscheideten gegabelten Zweigspitzchen. (Lupenvergr.)

Fig. 5. Aehnliches Präparat; in dem Humusbröckchen keine Fruchtanlage, nur Mycelium.

Fig. 6. Kiefernwurzelstückchen, bei a eine junge Fruchtanlage — noch ohne jede Wurzelhüllbildung — tragend; Wurzelspitzchen bei a und b verpilzt, bei c pilzfrei. (Schwache Lupenvergr., Durchmesser der Frucht $1^1/_2$ Mm.)

Fig. 7. *Elaphomyces variegatus.* Durchschnitt durch eine reife Frucht und ihre Wurzelhülle, Verbindung der Fruchtrindenhyphen mit den Wurzelscheiden. Fr Frucht, W Wurzelhülle, k innere Rindenschicht; a festes Warzengewebe, b lockereres Hyphengewebe der äusseren Fruchtrinde; c verbindende Fäden. (Schwach vergrössert.)

Fig. 8. Aehnliches Präparat, die Verbindung der Fäden der Pilzscheide sch der Wurzel W mit der Fruchtrinde zeigend. Buchstabenbedeutung wie oben. (Vergr. 300.)

Fig. 9. Randstück eines Querschnittes durch eine pilzbefallene Wurzel. Pilzscheide aussen nur schematisch angedeutet. Hyphen zwischen den bereits gebräunten und verdickten Rindenparenchymzellen, in diesen die Membranknötchen a, b, c, d (Vergr. 600). Diese Zeichnung ist hinsichtlich der Verbindung zwischen Hyphen und Knötchen nicht richtig. (Vergl. S. 6.)

Fig. 10. Längsschnitt durch eine Kiefernwurzelspitze mit Pilzscheide (sch). Zum Theil etwas schematisirt. (Vergr. 70.)

Fig. 11. Elaphomyces-Myceliumnest im Humus (Lupenvergrösserung), die verwitternden Wurzelstückchen a und b jetzt ohne eigentliche Pilzscheide.

Fig. 12. Elaphomyces-Mycelium, stark vergrössert, Habitus.

Fig. 13. Desgl. (600fach vergr.); Einzelheiten, Zellkerne etc.

Digitized by Google

Fig. 14 und 14a. Fremde Mycelien aus Elaphomyces-Nestern (600fach vergr.), schnallenreich, mit Kalknädelchen. (Basidiomycetenmycelien?)

Fig. 15. Jüngere Frucht von *E. granulatus* (schwach vergr. Durchm. 12 : 9 Mm.) Längsschnitt.

Fig. 16. Desgl. von *E. variegatus* ($9^1/_2$: 8 Mm.).

Fig. 17. Etwas reiferer Zustand von *E. granulatus* (18 : 15 Mm.) Längsschnitt.

Fig. 18. Frucht von *E. variegatus*, ausgewachsen, mit grosser Kluft (34 : 19 Mm.) Längsschnitt.

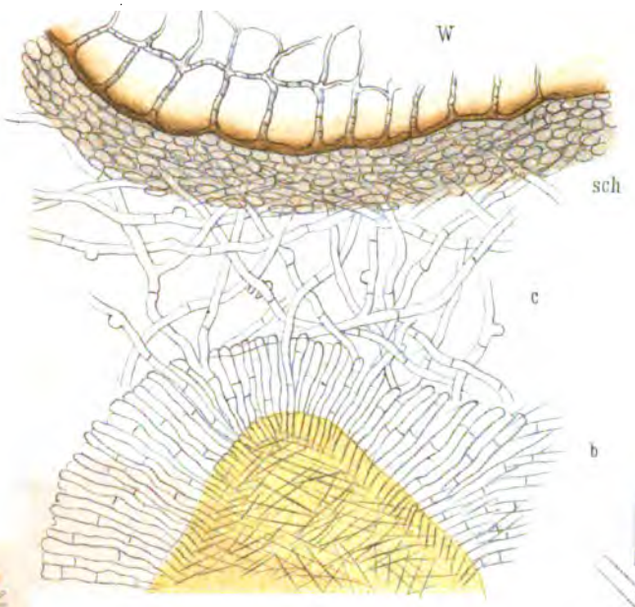
Fig. 19. a. Ascogene Fäden mit jungen Schläuchen. Vergr. 540.
b. Junger Schlauch mit eben angelegten Sporen. Vergr. 540.
c. Etwas älteres Stadium als b. Vergr. 540.
d. Bildung des Epispors an den jungen Sporen. Vergr. 540.
e. Sporen in verschiedenen Entwickelungszuständen. Vergr. 540.
f. Differenzirung des Epispors in Stäbchen. Vergr. 600.
g. Reife Sporen. Vergr. 600.

Digitized by Google

Digitized by Google

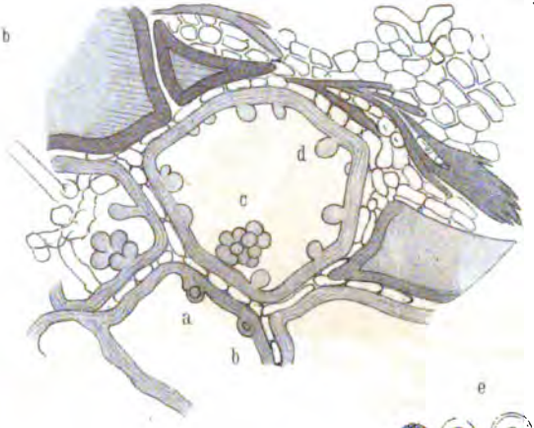
Digitized by Google

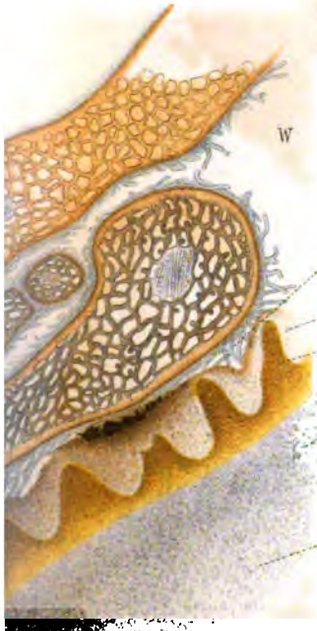
8



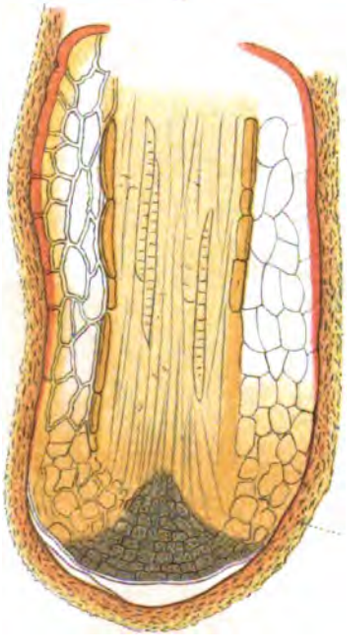
12

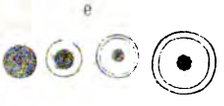
9



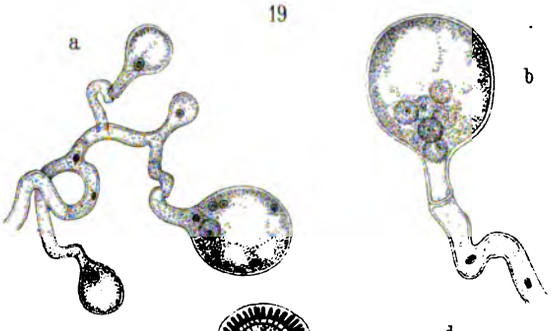


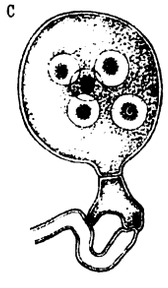
10

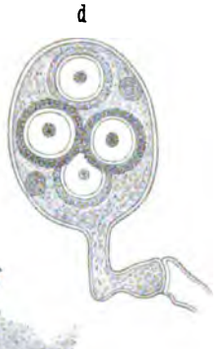




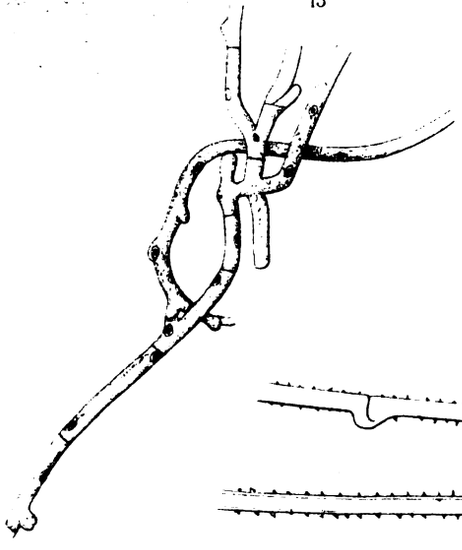
19

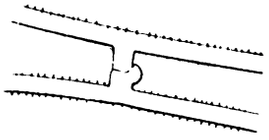




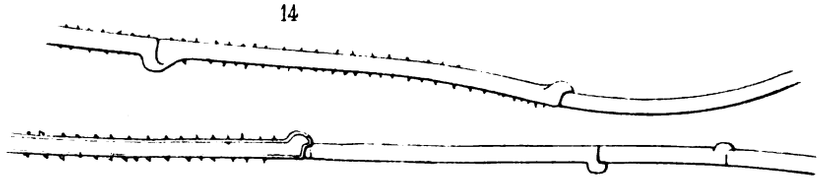


13





14



Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Verlag von Theodor Fischer in Cassel.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Dr. O. Uhlworm und **Dr. F. H. Haenlein** in **Cassel.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

I. Band.

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mk.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mk.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mk.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mk.
5. **Dietz, Dr. Sàndor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mk.

II. Band.

6. **Schenk, Dr. A.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mk.
7. **Rees, Dr. Max u. Fisch, Dr. C.,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 79 Holzschnitten.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. Mit 1 Tafel.
11. **Wiegand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln.

Ferner haben Beiträge in Aussicht gestellt die Herren:

Prof. Dr. **A. B. Frank** in Berlin, Prof. Dr. **L. Kny** in Berlin, Geh. Rath Prof. Dr. **Jul. Kühn** in Halle a/S., Prof. Dr. **Leitgeb** in Graz, Prof. Dr. **F. Ludwig** in Greiz, Prof. Dr. **Russow** in Dorpat, u. A.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln ausgestattet. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

Botanisches Centralblatt

Referirendes Organ für das Gesammtgebiet der Botanik des In- u. Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm in Cassel und **Dr. W. J. Behrens** in Göttingen.

Zugleich Organ des **Botanischen Vereins in München,** der **Botaniska Sällskapet i Stockholm,** der **Gesellschaft für Botanik zu Hamburg,** der **botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau,** der **Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala,** der **k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien** und des **Botanischen Vereins in Lund.**

Abonnement für den Jahrgang (4 Bände in 52 Nrn.) mit 28 **M.** durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Druck von Gebr. Gotthelft in Cassel.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Verlag von Theodor Fischer in Cassel.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Dr. O. Uhlworm und **Dr. F. H. Haenlein** in **Cassel.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

I. Band.

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mk.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mk.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mk.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mk.
5. **Dietz, Dr. Sàndor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mk.

II. Band.

6. **Schenk, Dr. A.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mk.
7. **Rees, Dr. Max u. Fisch, Dr. C.,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 79 Holzschnitten.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. Mit 1 Tafel.
11. **Wiegand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln.

Ferner haben Beiträge in Aussicht gestellt die Herren:

Prof. Dr. **A. B. Frank** in Berlin, Prof. Dr. **L. Kny** in Berlin, Geh. Rath Prof. Dr. **Jul. Kühn** in Halle a/S., Prof. Dr. **Leitgeb** in Graz, Prof. Dr. **F. Ludwig** in Greiz, Prof. Dr. **Russow** in Dorpat, u. A.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln ausgestattet. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

Botanisches Centralblatt

Referirendes Organ für das Gesammtgebiet der Botanik des In- u. Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm in Cassel und **Dr. W. J. Behrens** in Göttingen.

Zugleich Organ des **Botanischen Vereins in München,** der **Botaniska Sällskapet i Stockholm,** der **Gesellschaft für Botanik zu Hamburg,** der **botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau,** der **Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala,** der **k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien** und des **Botanischen Vereins in Lund.**

Abonnement für den Jahrgang (4 Bände in 52 Nrn.) mit 28 **M.** durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Druck von Gebr. Gotthelft in Cassel.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

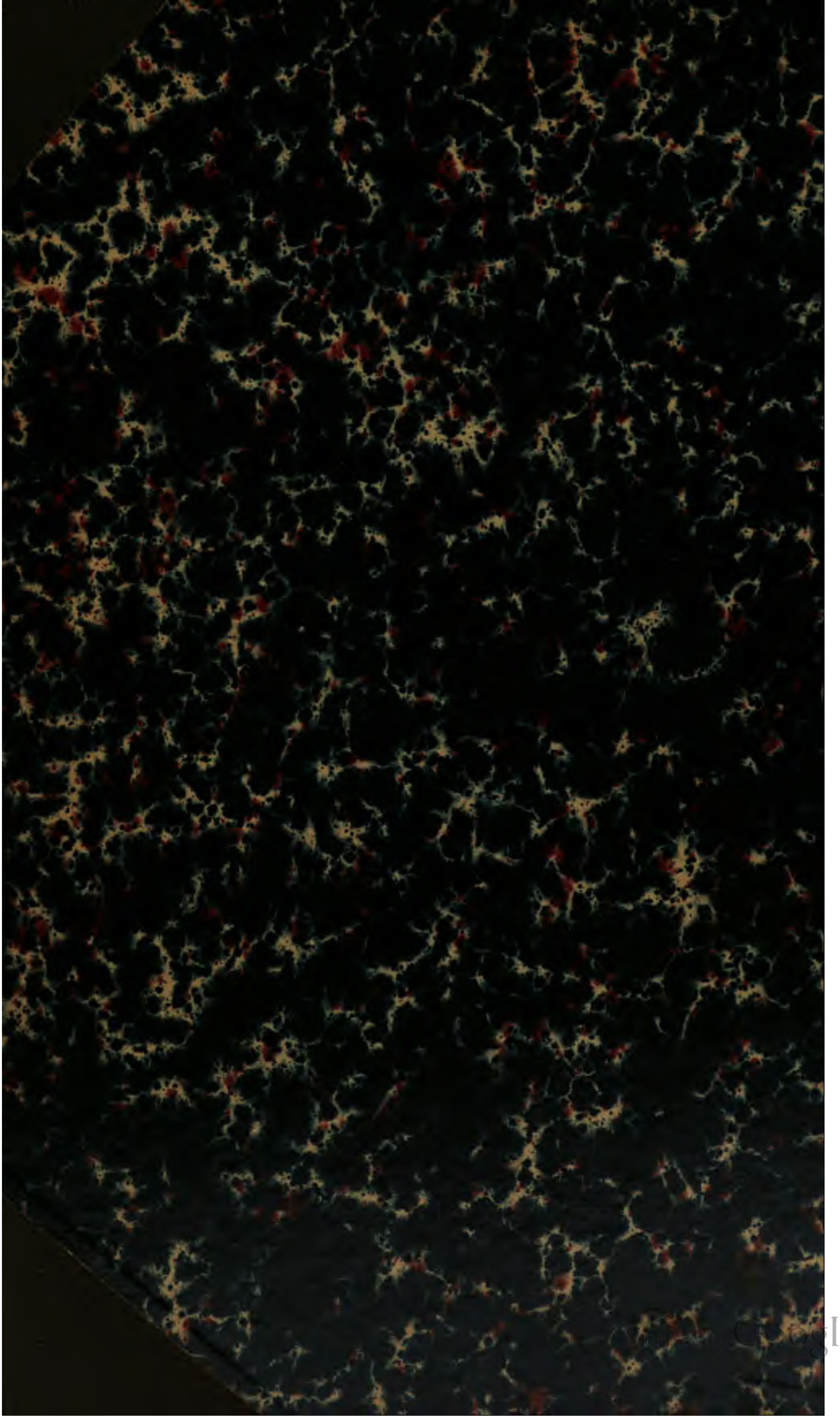
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google